



# 2 ЗЕМЛЯ 1974 И ВСЕЛЕННАЯ

· АСТРОНОМИЯ · ГЕОФИЗИКА ·  
· ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА ·



# Важный этап в исследовании Марса

[Сообщение ТАСС, 15 марта 1974 года]

Автоматические межпланетные станции «Марс-6» и «Марс-7» достигли окрестности планеты Марс, соответственно, 12 и 9 марта 1974 года. Спускаемый аппарат автоматической станции «Марс-6» совершил 12 марта посадку на поверхность планеты. Впервые были переданы на Землю научные данные о параметрах марсианской атмосферы, полученные прямыми измерениями во время снижения спускаемого аппарата.

Автоматические станции «Марс-6» и «Марс-7» были выведены на межпланетную трассу в августе прошлого года. Во время полета со станциями регулярно проводились сеансы связи, в ходе которых осуществлялись траекторные измерения, контроль состояния бортовых систем, коррекции траекторий движения и передача на Землю научной информации о физических характеристиках космического пространства.

При подлете к планете станции «Марс-6» была проведена автономно с помощью бортовой системы астронавигации заключительная коррекция траектории ее движения, и от станции отделился спускаемый аппарат. В расчетное время включилась двигательная установка, обеспечившая перевод спускаемого аппарата на траекторию встречи с Марсом. После аэродинамического торможения была введена в действие парашютная система.

Информация со спускаемого аппарата во время его снижения принималась станцией «Марс-6», продолжавшей движение по гелиоцентрической орбите, и ретранслировалась на Землю. В непосредственной близости от поверхности Марса радиосвязь со спускаемым аппаратом прекратилась. Спускаемый аппарат станции «Марс-6» достиг поверхности планеты в районе с координатами 24° ю. ш. и 25° з. д.

Спускаемый аппарат станции «Марс-7» после отделения от станции вследствие наруше-

ния в работе одной из бортовых систем прошел около планеты на расстоянии 1300 км от ее поверхности.

Результаты научных исследований планеты Марс, проведенных советскими автоматическими станциями, к настоящему времени прошли предварительную обработку. Получены новые важные сведения о планете Марс, околопланетном космическом пространстве и свойствах межпланетной среды на трассе полета.

Анализ излучения планеты в широком диапазоне длин волн позволил получить новые данные о рельефе поверхности, температуре, теплопроводности, структуре и составе грунта, химическом составе нижней атмосферы, структуре ее верхних слоев. Обнаружено, что содержание паров воды в атмосфере Марса над отдельными участками его поверхности в несколько раз превышает ранее полученные величины.

С помощью магнитометра зарегистрировано в ближайшей окрестности планеты магнитное поле, в 7—10 раз превышающее межпланетное.

Автоматические станции «Марс-6» и «Марс-7» продолжают полет по гелиоцентрической орбите и исследования физических характеристик космического пространства, в том числе частиц солнечного ветра, космических лучей и радиоизлучения Солнца. Эти эксперименты проводятся с помощью советской и французской научной аппаратуры.

Новые научные результаты, полученные в полете советскими автоматическими станциями «Марс-4», «Марс-5», «Марс-6» и «Марс-7», продолжившими исследования, начатые станциями «Марс-2» и «Марс-3», расширяют сведения о природе Марса и вносят значительный вклад в развитие современной планетологии.



Научно-популярный  
журнал  
Академии наук СССР  
Основан в 1965 году  
Выходит 6 раз в год  
Издательство «Наука»  
Москва

# 2 МАРТ АПРЕЛЬ 1974 И ЗЕМЛЯ ВСЕЛЕННАЯ

## В номере:

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| М. П. Васильев — От первого полета человека в космос к орбитальным станциям | 2  |
| <b>В. А. Бугаев</b> — Орбитальные станции и метеорологические наблюдения    | 6  |
| А. А. Леонов — Экспериментальный полет «Аполлон» — «Союз»                   | 13 |
| О. Л. Вайсберг — Новое о плазменных оболочках Марса и Венеры                | 19 |
| Г. С. Бисноватый-Коган — Феномен пульсара                                   | 23 |
| П. Р. Амнуэль — Эти странные рентгеновские источники                        | 29 |

## ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| А. А. Михайлов — Академия наук и развитие отечественной астрономии | 38 |
|--------------------------------------------------------------------|----|

## ОБСЕРВАТОРИИ И ИНСТИТУТЫ

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| В. П. Щеглов — Астрономическому институту Академии наук Узбекской республики — 100 лет | 46 |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|

## СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| С. А. Никитин, Ю. А. Школенко — Пути и перспективы развития космонавтики | 53 |
| А. Г. Масевич — Внеочередная Генеральная ассамблея МАС                   | 58 |
| З. К. Соколовская — «Colloquia Copernicana»                              | 59 |
| А. Г. Дорошкевич — Симпозиум по космологии                               | 64 |

## ЭКСПЕДИЦИИ

|                                           |    |
|-------------------------------------------|----|
| В. В. Рычков — Поиски Ташатканского камня | 66 |
| В. Н. Шолпо — «Поле» в горах              | 67 |

## КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| Е. В. Хрунов — Небо становится ближе | 72 |
|--------------------------------------|----|

## КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ

|                                         |    |
|-----------------------------------------|----|
| А. А. Миль — Космос дружен с филателией | 74 |
|-----------------------------------------|----|

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ | 77 |
|-----------------------------|----|

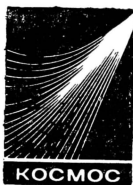
## НАРОДНЫЕ ОБСЕРВАТОРИИ И ПЛАНЕТАРИИ

|                                                 |    |
|-------------------------------------------------|----|
| Г. И. Пащенко — Народная обсерватория во Львове | 79 |
|-------------------------------------------------|----|

## НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Третий экипаж «Скайлэба» [17]; Сколько пыли в центральных областях галактик! [28]; Природа внегалактических рентгеновских источников [35]; Самое продолжительное затмение [36]; Споры вокруг квинтета Стефана [44]; Встреча с читателями в Московском планетарии [75]; «Земля и Вселенная» в гостях у московских писателей [76]; В объективе — Юпитер [80].





Профессор  
М. П. ВАСИЛЬЕВ

## От первого полета человека в космос к орбитальным станциям

12 апреля 1961 года в Советском Союзе впервые в истории был выведен на орбиту спутника Земли космический корабль «Восток» с пилотом-космонавтом Юрием Гагариным. Это — подвиг советского народа, руководимого Коммунистической партией и Советским правительством. Подвиг большого коллектива ученых, конструкторов, инженеров, техников и рабочих. Подвиг всех испытателей, обеспечивших безукоризненную подготовку и запуск корабля. Подвиг отважного сына Отчизны Юрия Алексеевича Гагарина.

Немногим более четверти века отделяет нас от начала широкой программы создания ракетной техники в Советском Союзе. В работах по этой программе принимали участие сотни тысяч людей, тысячи предприятий, многие конструкторские бюро, институты Академии наук СССР. Советское правительство всегда поддерживало и внимательно следило за становлением и развитием отечественной ракетно-космической техники. Работы по созданию и развитию ракетной техники возглавила группа ученых и инженеров, которые внесли основополагающий вклад в практическую космонавтику. И сейчас многие из них руководят коллективами, создающими ракетно-космические комплексы. Современный этап завоевания космоса неразрывно связан с именем академика Сергея Павловича Королева.

Огромный труд больших коллективов завершился созданием первой в мире космической ракеты. Идея создания ракеты-носителя была заложена в самой схеме межконтинентальной ракеты, в ее энергетическом по-



тенциале и системе управления. Непрерывная работа над созданием баллистических ракет не мешала С. П. Королеву и его соратникам искать пути для применения ракет в научных целях. Советское правительство одобрило и поддержало организацию планомерных исследований космического пространства.

4 октября 1957 года впервые над миром прозвучал голос советского искусственного спутника Земли, а через месяц ракета-носитель вывела на орбиту первого в мире космического «пассажира» — знаменитую

Лайку. Результаты этих и последующих запусков показали, что можно приступать к подготовке полета в космос человека.

Полет Юрия Гагарина подтвердил правильность пути, выбранного советскими специалистами, правильность технических решений, организации науки и производства. Стало ясно, что человек, надежно защищенный от космического вакуума и находящийся в условиях созданного для него микроклимата, может жить и работать в космическом пространстве. С тех пор прошло 13 лет, и космонавтика стала самостоятельной отраслью, неразрывно связанной с множеством проблем науки и техники, как чисто исследовательскими, так и прикладными.

Первые советские лунники позволили людям «дотянуться» до Луны и проложили тропу, по которой пошло дальнейшее исследование Луны. Советские автоматические станции, посланные к Венере, зондировали ее невероятно плотную и горячую атмосферу и подали свой голос с раскаленной поверхности планеты. К Марсу теперь посылаются не одиночные космические станции, а целые десанты. У Земли появились сотни искусственных спутников; одни из них, выполнив свою задачу, вернулись к своим создателям, другим суждено длительное странствование в космических просторах, а некоторые уже закончили свое существование.

Искусственные спутники Земли успешно решают разнообразные научные и народнохозяйственные задачи, о чем неоднократно сообщалось на страницах нашего журнала («Земля и Вселенная», № 1, 1970 г., стр. 21—28, 31—36, 40—43; № 5, 1972 г., стр. 2—

Юрий Гагарин — первый человек, совершивший полет в космос



6, 12—16; № 1, 1973 г., стр. 21—25, стр. 26—27.—Ред.).

Видеть черное небо и голубую Землю — пока еще удел немногих, хотя ряды космонавтов множатся. В День космонавтики всегда вспоминаются основные вехи из истории пилотируемых полетов:

1961-й год. Всему миру стали известны имена первых космонавтов Юрия Гагарина и Германа Титова — командиров пилотируемых кораблей «Восток» и «Восток-2»;

1962-й год. Андриян Николаев и Павел Попович на кораблях «Восток-3» и «Восток-4» совершили первый групповой полет. Стартуют первые американские космонавты Джон Гленн, Скотт Карпентер и Уолтер Ширра;

1963-й год. Групповой полет Валерия Быковского и первой в мире женщины-космонавта Валентины Терешковой на «Востоке-5» и «Востоке-6»;

1964-й год. Впервые на околоземную орбиту вышел трехместный корабль «Восход». Его пилотировал Владимир Комаров. На борту работали научный сотрудник-космонавт Константин Феоктистов и врач-космонавт Борис Егоров;

1965-й год. Впервые человек вышел в открытое космическое пространство. Им был Алексей Леонов, совершивший вместе с Павлом Беляевым полет на корабле «Восход-2».

К 1967 году советские специалисты завершили первый этап пилотируемых космических полетов на кораблях типа «Восток» и «Восход». Начались испытания пилотируемых многоцелевых универсальных кораблей серии «Союз».

Впервые «Союз» пилотировал лет-

чик-космонавт Владимир Комаров в апреле 1967 года.

В октябре 1968 года на орбиту были выведены «Союз-3» с космонавтом Георгием Береговым на борту и беспилотный корабль «Союз-2». Георгий Береговой отработывал методы и системы сближения двух кораблей в космосе.

Новым важным шагом в освоении космического пространства стал полет «Союза-4» и «Союза-5» в январе 1969 года. Корабли, ведомые Владимиром Шаталовым и Борисом Волыновым, состыковались и образовали первую экспериментальную орбитальную станцию. Бортинженер Алексей Елисеев и инженер-исследователь Евгений Хрунов через открытый космос перешли из одного корабля в другой.

В октябре 1969 года последовал групповой полет трех кораблей «Союз», затем в июне 1970 года — 18-суточный полет Андрияна Николаева и Виталия Севастьянова на «Союзе-9». А через год корабль «Союз» доставил на первую в мире орбитальную станцию «Салют» ее первых обитателей — героев-космонавтов Георгия Добровольского, Владислава Волкова и Виктора Пацаева.

Во время этого исторического 24-суточного полета экипаж полностью выполнил всю программу научно-технических исследований и экспериментов. Когда космонавты возвращались на Землю, на последнем участке пути, где казалось уже ничего не должно было случиться, произошло непредвиденное — разгерметизировался спускаемый аппарат. Случайность трагически оборвала жизнь героического экипажа.

До следующего запуска прошло более двух лет.

Дополнительно провели огромные экспериментальные работы; конструкция и отдельные системы испытывались в условиях, максимально приближенных к реальным условиям космического полета. Наиболее полным и жестким испытаниям подверглась вся конструкция корабля. Особое внимание уделили безопасности космонавтов.

Испытательный полет «Союза-12» с космонавтами Василием Лазаревым и Олегом Макаровым подтвердил правильность проведенных доработок и надежность корабля и его систем.

В декабре 1973 года Петр Ильич Климух и Валентин Витальевич Лебедев совершили восьмисуточный орбитальный полет на космическом корабле «Союз-13». Космонавты успешно выполнили разнообразные научно-технические исследования и эксперименты, в ходе которых использовалась система телескопов «Орион-2», аппаратура для медико-биологических исследований «Левкой», система «Оазис-2».

В июле 1975 года «Союзу» предстоит выполнить еще одну миссию — миссию дружбы и международного сотрудничества в изучении и освоении космического пространства. В космосе встретятся и состыкуются два пилотируемых космических корабля — «Союз» и «Аполлон». («Земля и Вселенная», № 6, 1973 г., стр. 14—20.—Ред.)

Ширятся совместные исследования. В первые годы космической эры космос изучали только в двух самых развитых странах мира — СССР и США. Но скоро освоение космического

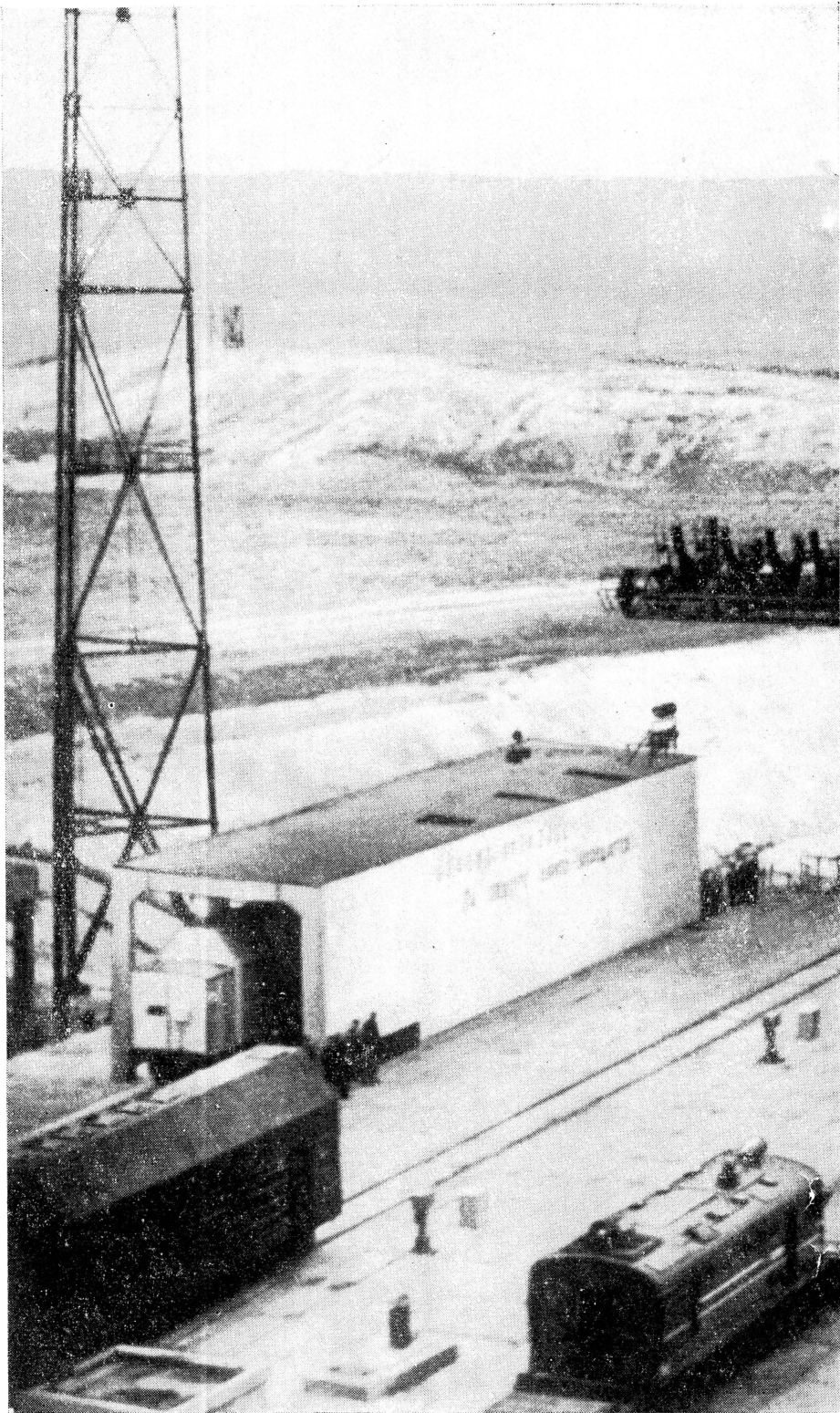


пространства станет делом всего человечества. Уже сейчас непосредственное участие многих стран в реализации космических программ стимулирует развитие науки и техники. Созданы международные учреждения: Европейская организация космических исследований (ESRO), Международный консорциум спутниковой связи (ITSO). Заключены двусторонние соглашения между СССР и США, СССР и Францией и другими странами. Взаимные интересы всех стран в совместном создании и эксплуатации космических систем очевидны. Успешно развивается сотрудничество социалистических стран по программе «Интеркосмос». Ежегодно проводятся международные конгрессы и симпозиумы по вопросам исследования и использования космического пространства в мирных целях.

Космонавтика еще не раскрыла всех своих возможностей. Даже ученым и создателям космической техники многое представляется пока фантастикой. Но ведь невероятное стало реальностью: люди увидели обратную сторону Луны, ступили на ее поверхность, чуткие приборы передали информацию с Венеры и Марса.

Космонавтика будет развиваться беспредельно, но в памяти землян навсегда останутся имена тех, кто первыми прокладывал звездный путь. Первым всегда особенно трудно. Они шли в неизведанное, чтобы открыть космос, который призван служить человечеству.

■  
*Транспортировка ракеты-носителя с кораблем «Союз-11» на стартовую площадку*









Академик АН УЗССР  
**В. А. БУГАЕВ**

## Орбитальные станции и метеорологические наблюдения

### СПУТНИКИ — ГЛАЗА СИНОПТИКА

Методы наблюдений из космоса физических состояний атмосферы непрерывно совершенствуются. За последнее десятилетие пройден замечательный путь от первых снимков облачного покрова Земли до тончайших измерений, с помощью которых детально определяется состояние атмосферы и характер погоды. Создается такая метеорологическая аппаратура, которая дает материал, позволяющий не только качественно оценивать сложившуюся ситуацию, но и проводить количественный анализ полученной информации. Развиваются методы дистанционного зондирования атмосферы, основанные на измерениях уходящего излучения в различных участках спектра. («Земля и Вселенная», № 1, 1974 г., стр. 38—42.—Ред.)

В настоящее время по данным измерений из космоса вычисляют вертикальное распределение температуры и влажности в атмосфере, содержание и распределение озона. Для дистанционного зондирования оказался весьма эффективным микроволновой радиодиапазон, в частности общее влагосодержание атмосферы определяют по измерениям теплового радиоизлучения на волне 1,35 см. Успешно исследуют радиационные потоки системы Земля — атмосфера и рассчитывают ее радиационный баланс. На очереди — изучение земных ресурсов и окружающей среды из космоса.

Спутниковые наблюдения придут на смену наземным. В этом заключается очень важная особенность метеорологических спутников. Но в какой степени они заменят традиционную сеть аэрологических и метеорологических

**Космическая метеорология, несмотря на свою молодость, достигла больших успехов. Каковы перспективы ее развития? Что нового дадут для Службы погоды орбитальные станции!**

станций, сказать пока трудно. Метеорология «реконструируется». Сейчас оценивают, какую работу можно целиком возложить на спутники, а какую часть наблюдений целесообразно сохранить на поверхности Земли. Но еще 10—15 лет, а может быть и больше, сочетание спутниковых данных с обычными наземными наблюдениями останется единственно правильным решением.

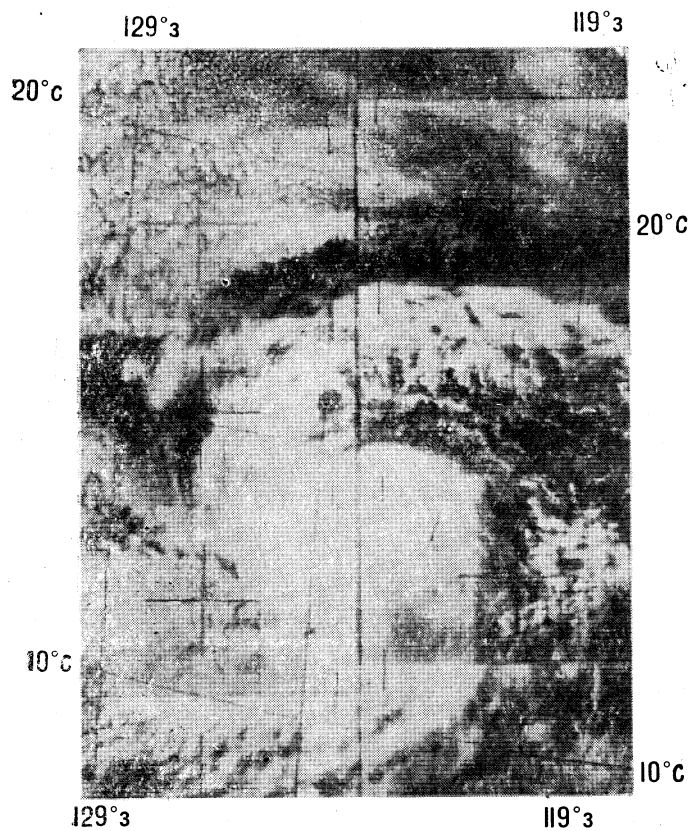
Создание и запуск космических станций и метеорологических спутников позволили по-иному осветить сложную «жизнь» земной атмосферы и понять физические процессы, происходящие в ней. Непрерывно работающая система метеорологических спутников снабжает Службу погоды оперативными наблюдениями. Президент Академии наук СССР академик М. В. Келдыш отметил: «Уже в течение ряда лет важную роль в получении глобальной метеорологической информации, повышении точности прогнозов погоды, предсказании стихийных бедствий играют системы метеорологических спутников.» («Правда», 9 октября 1973 г.—Ред.) Действительно, метеорологические спутники, исследуя облачный покров, обнаружили великое разнообразие форм атмосферной циркуляции. Метеорологи научились связывать с этими формами и условия погоды на Земле. Теперь можно выделять зоны

неустойчивости и штормовой погоды, тропические циклоны или тайфуны, области сильных струйных течений в атмосфере, что важно, в частности, для морской и авиационной навигации. Такие сведения, содействующие прогнозированию, широко и повседневно использует Служба погоды.

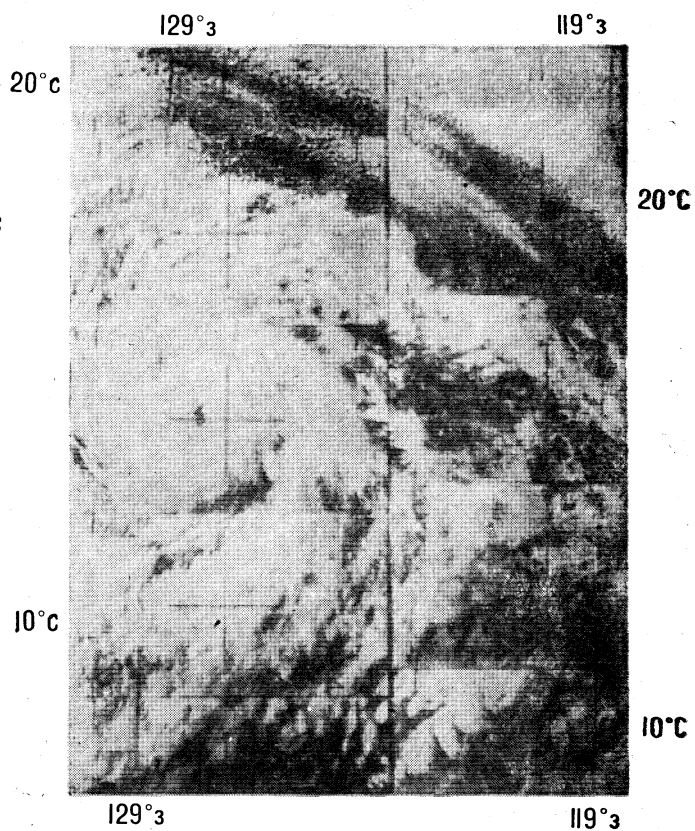
### МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ СПУТНИК В РАБОТЕ

Спутники поставляют материалы, имеющие глобальный характер. Их информация пригодна для характеристики крупных, макромасштабных атмосферных процессов, нередко развивающихся в пределах полушария или всей Земли. Метеорологи видят развитие или разрушение огромных циклонических вихрей и даже серии циклонов в умеренных широтах, где встречаются теплые экваториальные или субтропические воздушные течения с холодными полярными. Специалист обнаружит переносы больших запасов влаги в потоках морского тропического воздуха, которые вызывают продолжительные ливни и наводнения, проследит пути тропических ураганов и их эволюцию. Можно оценить также условия погоды и состояние земной поверхности в основных климатических зонах Земли.

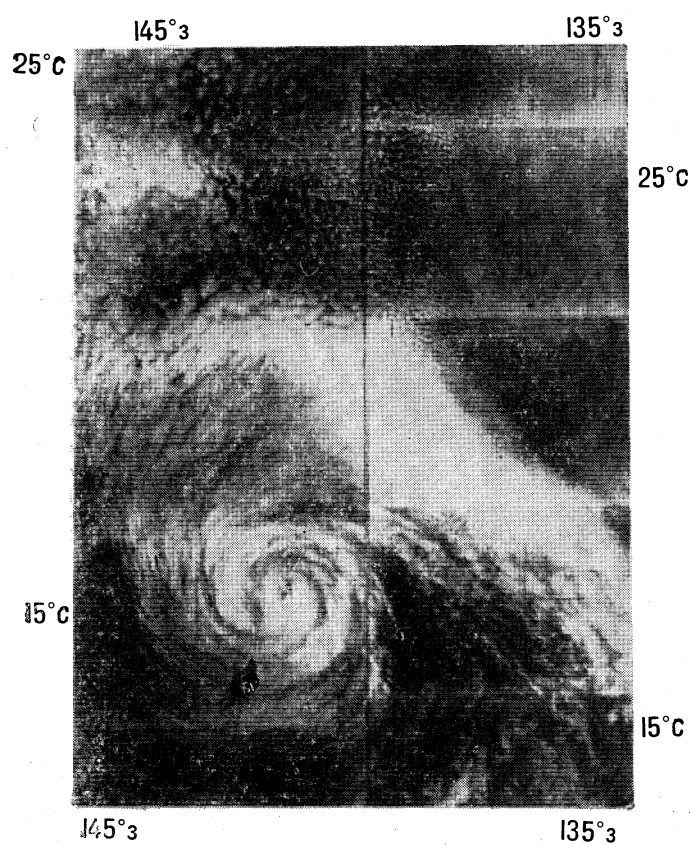
■ Тропический циклон «Дорин» запечатлен советскими метеорологическими спутниками «Метеор-13, -14, -15» последовательно 21, 22, 25 и 26 июля 1973 года в тропических широтах Тихого океана. «Глаз бури» (темное пятно в центре облачного диска) появился 22 и сохранялся до 25 июля. Через сутки циклон явно пошел на убыль



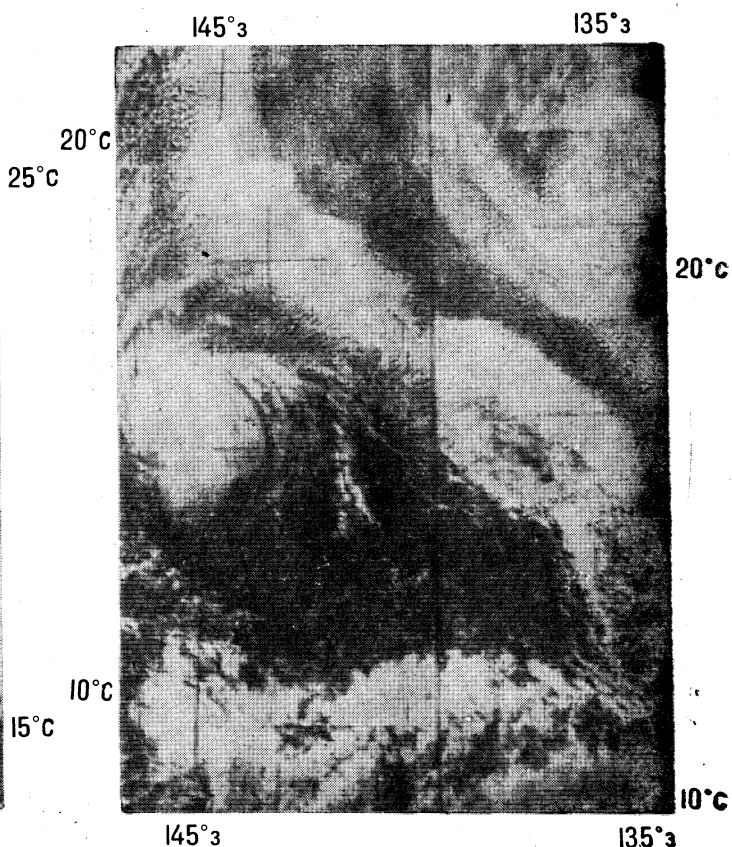
21 июля 1973 года



22 июля 1973 г.

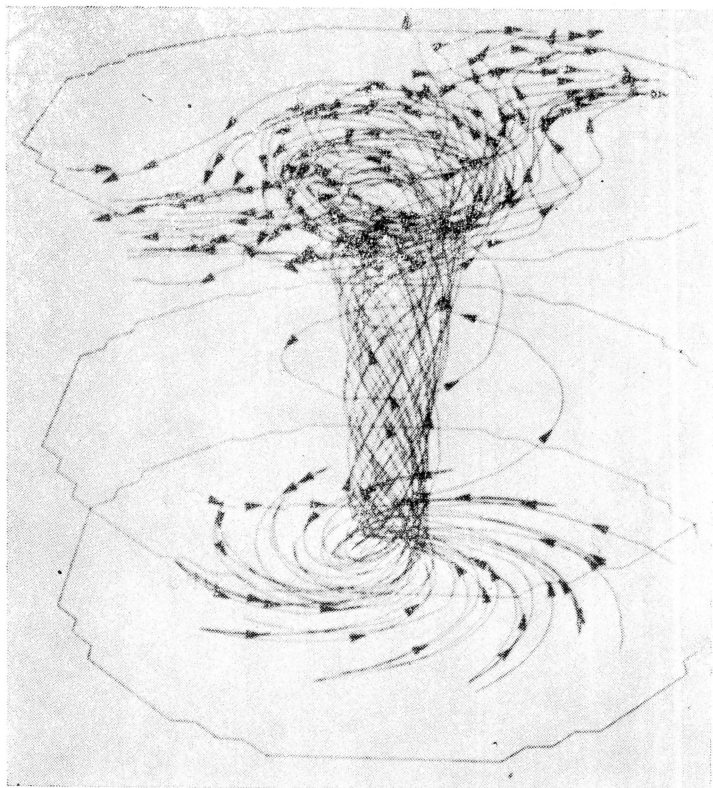


25 июля 1973 г



26 июля 1973 г.





Характеристики процессов синоптического масштаба, то есть процессов, распространяющихся на площади до  $10^8$  кв. км, в настоящее время получают от двух различных систем метеорологических спутников. Первая система — спутники, движущиеся по полярным орбитам (в меридиональных плоскостях). Обзор земной атмосферы ведется не одновременно, а последовательно, виток за витком. Затем составляют монтаж изображений для всей Земли путем стыковки данных по каждому витку. Спутник за сутки полностью «осматривает» зем-



*Схема движения воздуха внутри тропического циклона. Воздух втекает внизу, спирально поднимается вокруг «глаза бури» (сердцевина) и выбрасывается наружу вверху. Наблюдатель отмечает линии выброса по перистым облакам*

ную атмосферу и Землю. Система из нескольких спутников выполняет такой обзор два-три раза в сутки. Хотя высота орбит для системы выбирается в пределах 1000—1500 км, все же эти спутники называются низкоорбитальными.

Вторая система — система геостационарных высокоорбитальных спутников, движущихся в экваториальной плоскости на высоте около 36 000 км. Они делают один оборот в сутки, вращаясь синхронно с Землей. Подспутниковая точка проецируется приблизительно на один и тот же пункт земной поверхности. Спутник как бы висит над этим пунктом и последовательно фотографирует облачный покров в поле своего «зрения» или производит различные спектрометрические измерения. Зона, которую охватывают приборы каждого спутника, распространяется в каждом полуша-

рии до полярного круга и на  $100^\circ$  вдоль экватора. Таким образом, международная система из пяти геостационарных спутников будет охватывать всю Землю, за исключением полярных областей.

Геостационарный спутник может производить снимки и измерения каждый час (и даже чаще, если потребуется). Благодаря этому вся динамика процессов синоптического масштаба окажется зафиксированной и ее можно просмотреть, как кинофильм.

#### НОВЫЙ ЭТАП МЕТЕОРОЛОГИИ

Спутниковые данные заставили по-новому взглянуть на многие ранее известные атмосферные объекты или явления. Но эти же данные, как неизбежно случается в науке, заставили ученых заняться более детальным исследованием атмосферных объектов. Внимание привлекла динамика мезомасштабных процессов (размером от  $10^2$  до  $10^4$  кв. км).

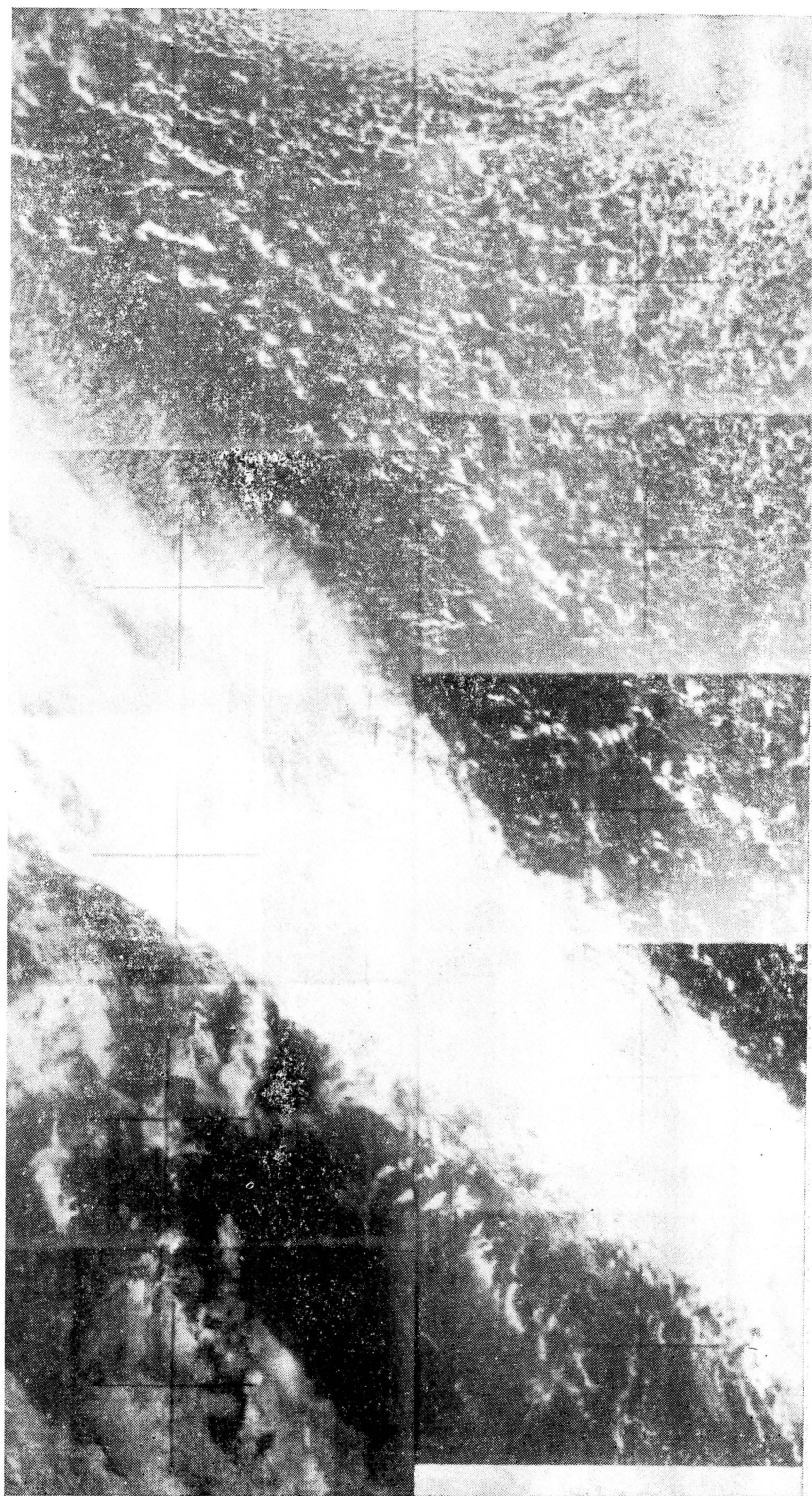
Практика краткосрочного прогнозирования погоды показывает, что главные неудачи происходят из-за неправильных прогнозов макроситуации. Эти прогнозы рассчитываются на электронных вычислительных машинах и в преобладающем большинстве удачны. Неудачи в основном объясняются сложным и пока трудно уловимым ходом мезопроцессов. Так, например, нередко район Москвы попадает на границу резко различной погоды: холодный воздух занимает северо-западную часть Европейской территории Союза, в то время как теплый воздух охватывает юг и юго-восток. Переходная зона между этими двумя различными воздушными массами с резко контрастным изме-

нением погоды называется фронтальной зоной. Она отличается сложной динамикой, вдоль нее могут идти волновые возмущения, которые то продвигают зону к северу, то опускают к югу, то усиливают осадки, то ослабляют их. Существующими методами прогнозирования почти невозможно уловить столь небольшие колебания в макроситуации, которые, однако, приводят к резким изменениям локальной погоды на протяжении полутора-двух суток: от холода — к теплу и дождю, от мороза и снегопада — к оттепели и слякоти.

Требуются глубокие и детальные исследования динамики подобных процессов, но, к сожалению, спутниковой информации и существующих наземных наблюдений для этого недостаточно. Применяются и самолеты-зондировщики, но на них наблюдают процессы, которые скорее можно назвать микромасштабными. А вот наблюдения с орбитальных станций, выполняемые по специальной программе, как раз и дадут правильную картину мезомасштабных взаимодействий масс холодного и теплого воздуха.



*Белая полоса плотной облачности соответствует атмосферному фронту, разделяющему холодные и теплые воздушные массы. В верхней части фотографии видна кружевная облачность типа открытых конвективных ячеек. Значит, над более теплой водной поверхностью происходит интенсивный прогрев холодного воздуха. Каждый снимок фотомонтажа отвечает на местности прямоугольник со сторонами 500 и 250 км. Фотографии переданы советским метеорологическим спутником «Метеор-1»*





Особенно заботят метеорологов тропические циклоны, или ураганы. Ежегодно в печати публикуются сообщения о бедствиях и экономическом ущербе, приносимых тропическими циклонами странам тропического и субтропического пояса. Циклоны сопровождаются ураганными ветрами и сильными ливнями, вызывающими наводнения. Однако происхождение тропических ураганов все еще загадочно. Нередко оно связано с внутритропической зоной конвергенции, где встречаются пассаты северного и южного полушарий. В волновых изгибах зоны появляются первые признаки образования циклона. Сначала это небольшая область пониженного давления (диаметром до сотни километров) с облачным массивом в виде ядра; ветры у поверхности океана слабые, не имеющие определенных направлений. Раньше, когда спутников не существовало, такие депрессии в пустынных просторах океана обнаруживались с трудом, а если какое-нибудь судно и пересекало район депрессии, то все равно никаких окончательных суждений о метеорологической ситуации еще нельзя было сделать. Только внезапное и неожиданное крутое падение давления и резкое нарастание скорости ветра сигнализировали о начале грозного процесса.

Спутники во многом облегчили распознавание ранней стадии тропических циклонов (по характерному виду их облачности). Со спутников, особенно геостационарных, теперь прослеживают и дальнейшую судьбу циклона. Но все же динамика тропических циклонов остается малопонятной. В начальной стадии, без заметного

дальнейшего развития, циклон может существовать сутками. Но затем в циркуляции происходит как бы взрыв — циклон «созревает» всего за несколько часов. Появляется «глаз бури» и другие характерные признаки. Теоретические расчеты дают сложную картину движений воздуха внутри тропического циклона. Но, очевидно, лишь детальные наблюдения в зоне развития тропического урагана помогут выяснить характер его динамики.

Космонавт на орбитальной станции, прошедший специальную подготовку и располагающий необходимыми приборами, передаст ценную информацию для расчета состояния атмосферы внутри циклонов и в их ближайшем окружении. Космонавт сможет дать тепловые характеристики океана. Это важно, поскольку некоторые исследователи в нашей стране и за рубежом пришли к выводу, что тропические циклоны быстро углубляются при переходе на водную поверхность с температурой более  $26^{\circ}$ . Оценку термического состояния океанической поверхности трудно сделать с морского судна, ведь оно может охватить наблюдениями лишь ограниченный участок океана.

Космонавтам А. Г. Николаеву и В. И. Севастьянову 15 июня 1970 года с борта космического корабля «Союз-9» удалось сфотографировать начальную фазу тропического циклона. Это — уникальная фотография. Вокруг облачного скопления видны отдельные кучевые облака. Их направление показывает, что воздух втекает под облачное скопление в нижних слоях атмосферы, а на уровне перистых облаков (высота более 10 км) заметно растекание воздуха наружу

почти по всей периферии облачного скопления. Таким образом, термодинамическая машина атмосферы уже действует: в нижних слоях воздух втекает под облака, выше он поднимается, а в верхних слоях — растекается в стороны. Но вся система пока еще не закручена в вихрь с вертикальной осью.

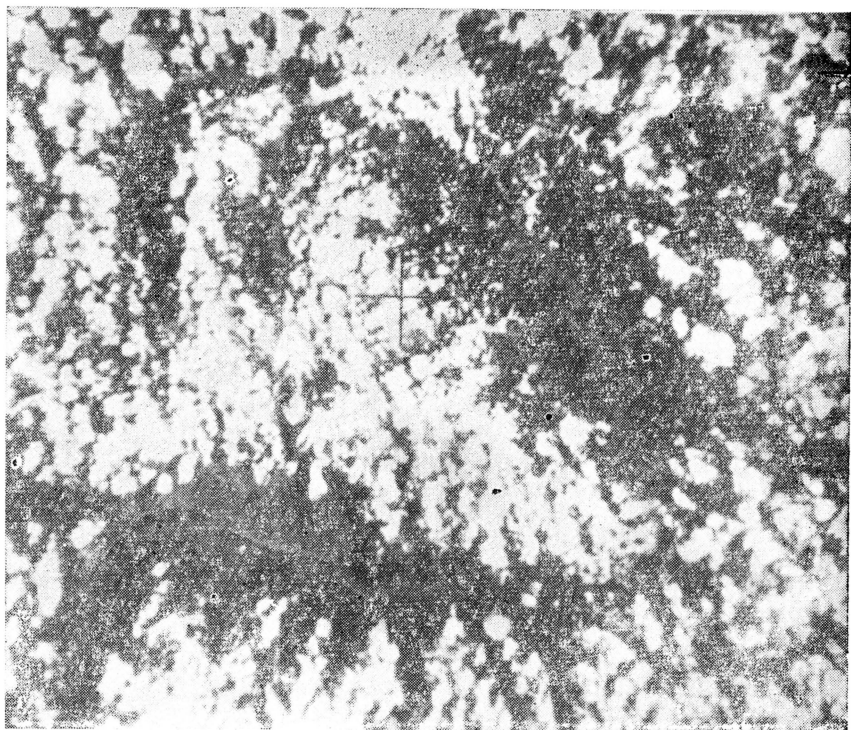
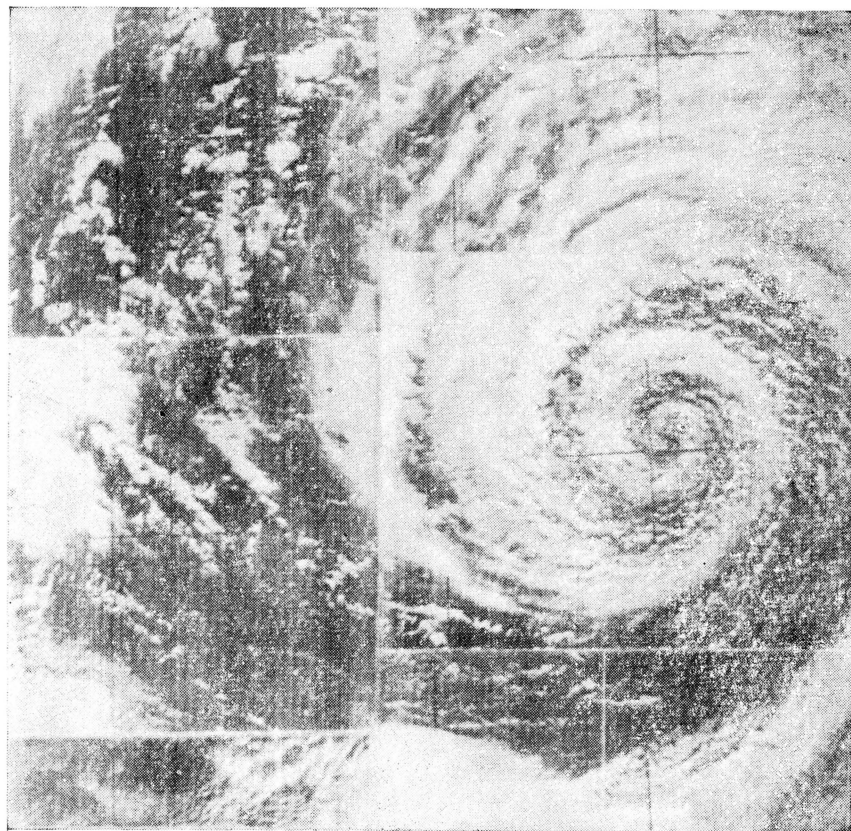
Детальное изучение последующих фаз развития тропических циклонов необходимо проводить с орбитальных станций, чтобы не только понять и научиться рассчитывать их циркуляцию, но и ослаблять разрушительную силу урагана и ливней. Крайне интересно узнать, как распределяется температура и влажность по высоте в «глазе бури». Такие измерения можно сделать с борта орбитальной станции, если «глаз бури» окажется в надире.

#### ПРОГНОЗ СРЕДИЗЕМНОМОРСКИХ ЦИКЛОНОВ

Средиземноморские циклоны, выходя на южную часть европейской территории Союза, приносят обильные дожди в течение теплого времени года или снегопады и метелевые заносы зимой. В течение трех-четырех суток один циклон может «излить» в виде дождя 50—70 куб. км воды. О таких явлениях погоды надо предупреждать заранее. Но средиземноморский циклон — сложный и мало поддающийся прогнозу синоптический процесс. Даже начальные стадии возникновения и развития южных циклонов прогнозируются плохо. Во-первых, циклогенез начинается над Средиземным морем или соседней с ним областью Атлантики, откуда поступает мало синоптических све-



дений. Он может происходить над территориями южной Европы и Малой Азии, а здесь процесс осложняется рельефом района. Во-вторых, в начальных стадиях своего развития грозные атмосферные вихри располагаются в южных широтах ( $30^{\circ}$ — $40^{\circ}$  с. ш.), где температурные контрасты между различными воздушными массами сглажены интенсивным притоком тепла от Солнца, ветры у поверхности слабые и циклоническая циркуляция выражена менее определенно, чем в более северных широтах. Дальнейшие фазы развития циклона во многом зависят от скрытой энергии парообразования. Наконец формируется атмосферный вихрь, у которого направление и скорость перемещения еще не установились. Он движется, не подавая о себе заметных признаков и не вызывая больших осадков. Тем не менее опытные прогнозисты знают, что угроза уже нависла и в любой момент могут проявиться нежелательные эффекты. Но когда наступит этот момент? Фактически значительное углубление циклона и вы-



Типичная облачная спираль в развитии штормового циклона умеренных широт. Снимки переданы советским метеорологическим спутником «Метеор-2» 4 ноября 1969 года



Кучевые облака над горными хребтами Алтая. Долины свободны от облаков. Горы (в нижней части фотографии) покрыты снегом. Облаков над ними немного. Снимок получен космонавтами Г. Т. Добровольским, В. И. Волковым и В. И. Пацаевым с орбитальной станции «Салют» 14 июня 1971 года



ход его на Украину или в южные области России происходит как-то неожиданно. С большой заблаговременностью предвидеть все это трудно, хотя и крайне необходимо.

Современная спутниковая информация оказывает прогнозистам определенную помощь, но проблема в целом требует глубоких исследований. Орбитальные станции обеспечат детальное обследование структуры южных циклонов по виду облачности, форме циркуляции, зафиксированной в облачных полях, по содержанию влаги в самом циклоне и в его окружении. С борта станции можно осуществить температурное зондирование с большим разрешением на площади, оценить приход и расход тепла в области развития циклона, измерить параметры, характеризующие состояние подстилающей поверхности. Такие исследования подобны тонким лабораторным экспериментам, только лабораторией здесь будет сама природа. Последовательные измерения перечисленных характеристик, произведенных с орбитальных станций или ориентированных космических кораблей, в сочетании со спутниковой макромасштабной информацией и наземными наблюдениями позволят проникнуть в самые глубины физических процессов средиземноморского циклогенеза. В данном случае работа орбитальных станций должна заключаться в том, чтобы ни один пролет над Средиземным морем не оставался без измерений. Средиземноморские циклоны приносят заботы не только нашей стране. Поэтому для их изучения было бы желательно организовать международную космическую программу.

#### ЭТИ РАЗНООБРАЗНЫЕ ПРОГНОЗЫ...

Существует много других атмосферных объектов и явлений, в изучении которых орбитальные станции окажут большую помощь.

Так, например, структура атмосферных фронтов по телевизионным снимкам представляется достаточно ясной и простой — это четко ограниченная полоса облачности. Однако в зоне фронтов происходят крайне сложные процессы: возникают облака различных ярусов и форм, подчеркивающие многообразие вертикальных и горизонтальных движений, образуются наиболее продолжительные осадки. Метеорологические радиолокаторы показывают сложное распределение скагов дождей или ливней в зоне фронта. Чтобы сделать прогноз погоды в таких условиях более определенным и точным по времени, требуется углубленное исследование фронтальной термодинамики, для чего нужна обильная фактическая информация. А ее поставит орбитальная станция.

В центральной части развитых циклонов умеренных широт особый интерес представляют витки облачной спирали, закрученной несколько раз. Они указывают, что широкие струи воздушных течений, двигаясь в пространстве, подчас не перемешиваются, несмотря на всю сложность системы движений в циклоне. Это обстоятельство заслуживает специального внимания.

Космонавту В. А. Шаталову удалось однажды сфотографировать самый центр циклона над Англией. Снимок показал удивительную сложность мезомасштабных движений. На снимке видно, как образовывались дополни-

тельные мезовихри. Но даже не говоря о таких сложных системах циркуляции, как циклоны и атмосферные фронты, можно утверждать, что наблюдения и измерения с орбитальных станций откроют новые пути в изучении мезомасштабных циркуляций — конвективных движений в зоне внутритропической конвергенции, морских и береговых бризов, конвекции в горах и так далее. В качестве примера можно привести снимки кучевой облачности в горах Алтая, сделанные космонавтами Г. Т. Добровольским, В. Н. Волковым и В. И. Пацаевым с орбитальной станции «Салют» 14 июня 1971 года.

Известно, что образование конвективных облаков связано с ориентацией горных хребтов и что при хорошей погоде отдельные группы кучевых облаков появляются на их склонах. При развитой конвекции кучевые облака увеличиваются в размерах и количестве, горные склоны покрываются облаками, но долины остаются безоблачными. Эту особенность невозможно правильно описать по наблюдениям в отдельных точках с Земли.

Последовательные снимки, выполненные с орбитальной станции, если их рассматривать в стереоскоп, дают великолепное представление о деталях процесса в зависимости от характера подстилающей поверхности. Регулярно и длительно работающие орбитальные станции решат и некоторые оперативные задачи Службы погоды. Так, например, двигаясь по орбите и не отмечая на каком-то большом отрезке существенных явлений погоды, космонавты сообщают лишь обобщенную информацию. Но как

Герой Советского Союза  
летчик-космонавт СССР  
А. А. ЛЕОНОВ

## Экспериментальный полет «Аполлон» — «Союз»

только встречаются важные или опасные атмосферные объекты, они производят детальные измерения и съемку, с тем чтобы передать эту информацию в метеорологические центры. В свою очередь метеорологические центры могут затребовать от орбитальной станции обследования тех районов Земли, где предполагается развитие каких-либо серьезных явлений.

На основе спутниковых данных начали выполняться генеральные климатические обобщения по земному шару. Не меньший интерес представляет исследование мезоклиматических особенностей, для чего данные с орбитальных станций будут очень удобными. Вот наглядный пример. Существуют устойчивые и характерные для определенных мест зоны туманов над холодными океаническими течениями. Такие зоны нельзя удовлетворительно описать иными средствами, кроме наблюдений из космоса. То же относится к покровам низких облаков, растекающихся по горным долинам, и к разрыву облаков в горах, происходящему также в строго определенных местах, которые теперь выбираются для строительства астрономических обсерваторий и горно-климатических санаториев и курортов. Различных мезоклиматических особенностей на Земле бесконечное множество, они начинают привлекать внимание людей, занятых практической деятельностью.

Программы метеорологических наблюдений с орбитальных станций обширны. Они существенно увеличиваются с развитием работ по проблеме изучения окружающей среды в целях ее сохранения и улучшения. Метеорологи ждут помощи от космонавтов.

**Почти два года назад СССР и США достигли соглашения о сотрудничестве в исследовании и использовании космического пространства в мирных целях. Одна из важнейших задач этого сотрудничества — подготовка к совместному полету кораблей «Союз» и «Аполлон».**

Советский Союз осуществляет широкую программу сотрудничества с разными странами в исследовании космического пространства. Так, между Советским Союзом и Соединенными Штатами Америки заключено соглашение, которое затрагивает космические исследования. Принято решение о совместном полете советских и американских космонавтов на кораблях «Союз» и «Аполлон». 15 июля 1975 года в 16 часов 32 минуты 02 секунды со стартовой площадки космодрома Байконур поднимется советский корабль «Союз». Если по каким-то причинам потребуется перенести запуск, то он произойдет не позднее 22 сентября 1975 года. На старте будут находиться еще два корабля «Союз», готовые к рейсу в космос. Советские космонавты начнут совместный полет, американцы подключатся к нему несколько позже.

После выхода «Союза» на околоземную орбиту советские специали-

сты определяют все ее параметры и немедленно передадут их в США, на мыс Кеннеди. Через 7 часов 30 минут после начала полета «Союза», имея эти данные, стартует американский «Аполлон» с экипажем, состоящим из трех человек. «Союз» и «Аполлон» в течение суток будут маневрировать, проводить коррекции, чтобы обеспечить наивыгоднейшие условия для сближения и стыковки. Выполнив операции поиска, сближения, причаливания, корабли должны жестко соединиться.

Как известно, на кораблях «Союз» «Восток», «Восход» создавалась атмосфера, аналогичная земной (давление 760 мм рт. ст., содержание кислорода 17—33%, азота 82—66%). Максимальное давление воздуха в наших кораблях может подниматься до 800 и даже до 1000 мм рт. ст. На американских кораблях «Аполлон», «Джеминай», «Меркурий» — чисто кислородная среда с давлением 260 мм рт. ст. Разница атмосфер не позволяет космонавтам сразу перейти из советского корабля в американский. Чтобы преодолеть эту трудность, сделаны два важных шага. Во-первых, разработан и изготовлен переходный отсек, войдя в который, американские космонавты закроют люк своего корабля, поднимут давление до того значения, которое соответствует давлению в советском корабле, а затем перейдут в него. Атмосферы кораблей практически не будут смешиваться. С другой стороны, для уменьшения перепада давления и облегчения акклиматизации космонавтов на корабле «Союз» давление снизится примерно на одну треть по сравнению с тем, как это было во время прежних полетов.

В основу статьи положено выступление автора на заключительном пленарном заседании VIII Чтений, посвященных разработке научного наследия и развитию идей К. Э. Циолковского (Калуга, 17 сентября 1973 года).



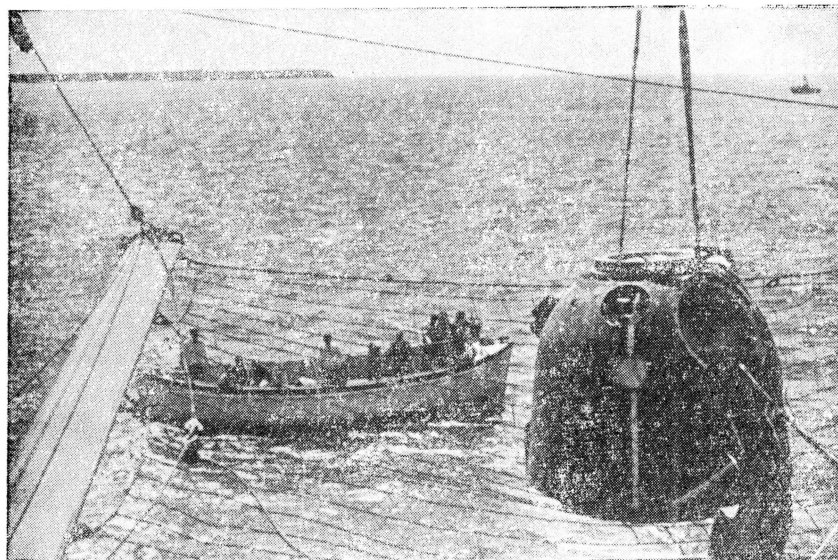


скими учеными, и уже воплощен в металл. Но каждая страна изготавливает стыковочный узел с небольшой конструктивной разницей. Наш узел работает на электроприводе, аналогичный американский узел оснащен гидравлической системой. Посмотрим, что окажется лучше.

В состыкованном состоянии корабли будут находиться двое суток. За это время космонавты несколько раз перейдут из одного корабля в другой. Правда, поставлено твердое условие: в каждом корабле не должно быть одновременно более трех человек.

Основная цель совместного полета заключается в том, чтобы найти друг друга в космосе, приблизиться к кораблю, состыковаться и перейти из одного корабля в другой. Кроме того, предусмотрено фотографирование солнечной короны. Один из кораблей своим корпусом закроет диск Солнца, а космонавт с другого корабля сделает ряд снимков.

Космонавтам предстоит наблюдать воздействие ионизованных газов, выбрасываемых другим космическим кораблем, на систему иллюминаторов и оптические приборы, изучать магнитные электрические поля радиозондированием. На орбите будут исследоваться особенности поглощения ультрафиолетовых лучей, вопросы биологического взаимодействия и характер поведения микроорганизмов. Во время совместного полета каждый член экипажа некоторое время поработает на другом корабле. Нашим космонавтам предстоит немного управлять «Аполлоном», выполнить намеченные эксперименты. Американские космонавты на «Союзе» также проделают ряд маневров и про-

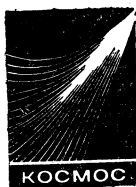


■ Советский космонавт Алексей Леонов и американский космонавт Дэйвид Скотт в тренажере корабля «Союз»

■ Во время подготовки к будущему совместному полету «Союз» — «Аполлон» проводятся тренировки на море, чтобы отработать возможную посадку спускаемого аппарата на воду

Время перехода займет не более 10 минут. В июле 1973 года в Хьюстоне советские и американские космонавты отрепетировали этот переход на тренажере и осмотрели отсек, который соединит корабли в космосе.

Стыковочный узел создан по единым техническим требованиям, разработанным советскими и американ-



ведут запланированные работы. Затем космонавты займут места в своих кораблях, корабли расстыкуются, экипажи продолжат работу по программе.

Руководить полетом будут летчик-космонавт СССР А. С. Елисеев и П. Франк (США). В Подмоскowie организуется Центр управления; аналогичный центр создан американцами в Хьюстоне. Экипаж «Аполлона» составят: командир — генерал Томас Стаффорд, пилот переходного отсека — Дональд Слейтон и пилот основного блока — Венс Бранд. У Стаффорда за плечами три космических полета на кораблях «Джеминай-6, -9» и «Аполлон-10». Два других члена американского экипажа не имеют опыта космических полетов, правда, Слейтон давно занимается космическими исследованиями, а Бранд находился в группе космонавтов, работавших по программе «Скайлэб». В дублирующий экипаж включены Алан Бин, Дональд Эванс и Джек Лусма. Бин летал на космическом корабле «Аполлон-12», Эванс — на «Аполлоне-17», Лусма — на орбитальной станции «Скайлэб».

Мне поручена высокая честь командовать экипажем корабля «Союз». Бортинженером назначен В. Н. Кубасов. В дублирующие экипажи входят А. В. Филиппченко, Н. Н. Рукавишников, В. А. Джанибеков, Б. Д. Андреев, Ю. В. Романенко и А. С. Иванченков.

Для решения всех проблем, которые возникли и еще могут возникнуть, создано шесть рабочих групп. У них очень много забот. Причем все вопросы одинаково важны — второстепенных, малосущественных штрихов в орбитальном полете не бывает.

Как заметил председатель совета Ин-теркосмос академик Б. Н. Петров, и проведение испытаний систем жизнеобеспечения кораблей и, к примеру, проверка безопасности замков стыковочных аппаратов требуют одинаковой тщательности.

Космический корабль «Союз» уже модернизирован. Предстоит отработать программу полета и бортовую документацию, организовать взаимодействие между центрами управления и провести совместные тренировки экипажей.

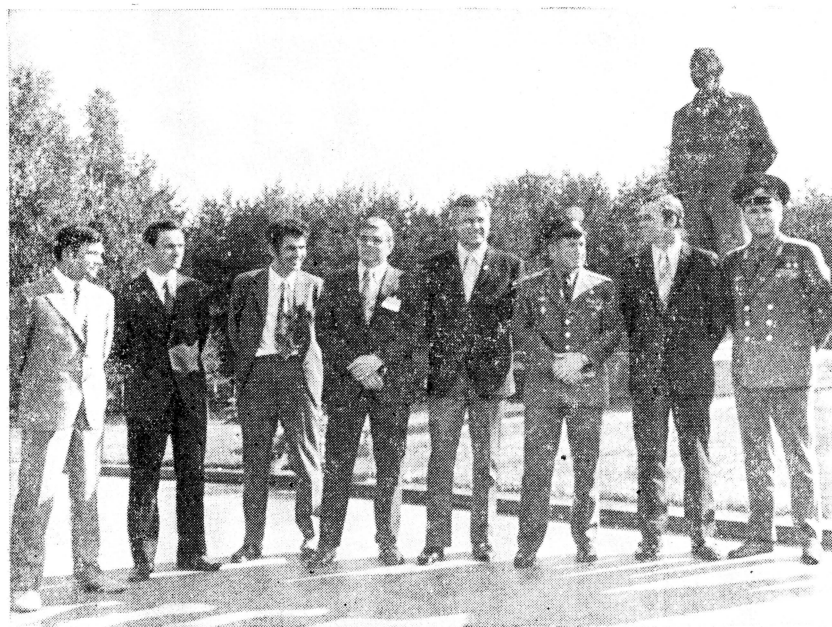
Существует еще одна проблема, которую мы, советские космонавты, так же, как и наши американские коллеги, считаем очень важной. Это — языковая проблема. Согласно договору, экипажи космических кораблей должны одинаково хорошо говорить и на английском и на русском языках. В центр подготовки космонавтов пригласили опытных преподавателей (каждый преподаватель занимается отдельно с одним космонавтом). Нам предложили за 10 месяцев пройти курс занятий, рассчитанный на 800 часов. Методика занятий совершенно новая. Мои товарищи Романенко и Джанибеков начали изучать язык на полгода раньше, чем остальные, и, по-моему, они ничуть не уступают сейчас студентам, оканчивающим языковой ВУЗ. Когда мы были в Америке, то эти два молодых космонавта прекрасно обходились без переводчика и свободно беседовали на английском языке.

Мне кажется, что американцам труднее овладеть русским языком, чем нам английским. Им нелегко отличить существительные «забор» и «собор». Шутя, американские космо-

навты говорили, что у нас слишком много одинаково звучащих слов, даже все железнодорожные станции в СССР называются одинаково — «кипятилок».

Американцы встречали нас у себя очень любезно. Мы осмотрели Центр космических исследований, который находится в 40—50 милях от Хьюстона. В Центре есть служебная и жилая территория, так же как и в нашем Звездном городке. Правда, у них постройки разбросаны, а у нас они более компактны. Американские космонавты живут в отдельных домиках разной архитектуры и разной площади. Вспоминаю, когда закладывался Звездный городок, советским космонавтам предложили самим выбрать тип жилища. Мы обсуждали опыт Академического городка в Новосибирске, где построены индивидуальные коттеджи, и решили, что лучше всем жить в одном большом доме.

Нам показали лаборатории, испытательные комплексы, космические корабли «Аполлон». Сейчас США имеют три корабля «Аполлон». Один из них уже готов к космическому полету и законсервирован. Я был в нем. Пояснительные таблички, инструкции сделаны на английском и русском языках. Мы посетили ряд предприятий, где изготавливают космические корабли и собирают ракеты-носители. Наше внимание привлекла организация труда и четко налаженный порядок на этих предприятиях. Нам есть чему поучиться у американцев, и мы этого не скрываем. Точно также и американцы могут многому у нас поучиться. Так что, совместный полет принесет взаимную пользу.



*Советские космонавты Алексей Леонов и Валерий Кубасов в гостях у своих американских коллег (г. Хьюстон, США)*

*Советские и американские космонавты у памятника Ю. А. Гагарину в Звездном городке*

Фото АПН — ТАСС





### ТРЕТИЙ ЭКИПАЖ «СКАЙЛЭБ» (Обзор зарубежной печати)

16 ноября 1973 года на станцию «Скайлэб» был доставлен третий, и последний, экипаж. В его составе: два летчика — командир Джеральд Карр, второй пилот Уильям Поуг — и специалист в области физики Солнца доктор наук Эдвард Гибсон. Самому молодому, Гибсону, 37 лет, самому старшему, Поугу, 43 года. Ни один из членов экипажа опыта космических полетов не имел. Теперь они стали мировыми рекордсменами по длительности пребывания в космосе.

Первоначально третий экипаж «Скайлэба» предполагали послать на 56 суток, но после возвращения второго экипажа («Земля и Вселенная», № 6, 1973 г., стр. 18—20. — *Ред.*) сочли возможным увеличить срок пребывания на станции третьего экипажа до 84 суток. Имевшихся на борту станции запасов, за исключением пищи и хладагента в системе охлаждения бортового оборудования, должно было хватить на удлинённый полет. Когда станция «Скайлэб» 14 мая 1973 года выводилась на орбиту, она несла пищевые продукты в расчете на то, что первый экипаж пробудет 28, а второй и третий — по 56 суток. Поэтому третьему экипажу, который как и предыдущие, доставлялся на

станцию кораблем «Аполлон», пришлось взять с собой дополнительный резерв пищи. Чтобы не перегружать корабль, выбрали самые калорийные продукты. На борт «Аполлона» поместили хладагент для пополнения системы охлаждения орбитальной станции.

Напомним, что основным затруднением для первого экипажа был ремонт потерпевшей аварию станции. Космонавтов второго экипажа в течение недели мучали симптомы укачивания. Третий экипаж с трудом преодолевал вялость. Космонавты не жаловались на плохое самочувствие, но все действия были медленными, как бы заторможенными. Члены экипажа все время отставали от графика, преодолевая усталость. У них не чувствовалось возбуждения, естественного в необычных условиях космического полета, не было рвения к работе, как у двух предыдущих экипажей, они почти не переговаривались, совсем не шутили. Эта «летаргия», по мнению специалистов-медиков, объясняется индивидуальными особенностями космонавтов, а не воздействием условий космического полета.

В период полета третьего экипажа на станции наступил своеобразный «энергетический кризис».

«Скайлэб» имеет две основные системы ориентации. Одна использует микродвигатели, работающие на сжатом азоте, вторая — силовые гидро-

зом и США. Особенность полета советского и американского кораблей — это не просто обмен опытом и достижениями, но и создание новых технических устройств, которых не имели ни США, ни СССР.

Советский Союз — пионер космических исследований. В СССР впервые запустили искусственный спутник Земли, советский человек первым ступил в космос, советские ученые и кон-

структоры первыми создали орбитальную станцию. С другой стороны, в США накоплен богатый опыт по организации и проведению пилотируемых полетов на Луну, а также на орбитальной станции «Скайлэб». И, несомненно, объединение усилий наших стран в освоении космоса принесет выдающиеся результаты, которые будут иметь большое значение для прогресса всего человечества.

О корабле «Аполлон» могу сказать, что на нем есть такое, чего нет на «Союзе», хотя, по нашему мнению, некоторые элементы представляются излишними. Имеются вещи, которые выполнены на «Союзе» гораздо совершеннее. Видимо, в будущем стоит создать единую логическую схему, которая составит основу корабля «смешанного» типа.

Интересно построен в Америке процесс обучения космонавтов. Широко применяется телевидение. Текст лекций записывается на магнитофон. Космонавт может просматривать и прослушивать лекции, сколько ему нужно. Для каждого имеется отдельное помещение.

В ноябре 1973 года к нам приехала группа американских космонавтов. Мы устраивали для них лекции, предусмотренные программой, демонстрировали фильмы, показывали свою технику. С интересом наблюдали наши американские коллеги, как советские космонавты занимаются парашютным спортом. Делаем мы это не для достижения каких-то спортивных результатов, а для поддержания профессиональной формы. Мы считаем, что парашют создает такие условия, при которых можно серьезно проверить свою волю, научиться быстро ориентироваться, мгновенно принимать решения в сложной обстановке. Американцы не занимаются парашютным спортом. Мне приходилось слышать, что они его недолюбливают и даже побаиваются.

Успешная подготовка и проведение экспериментального полета «Аполлона» и «Союза» может стать основой для долгосрочного плодотворного сотрудничества между Советским Сою-



скопы (их следует отличать от гироскопов системы стабилизации, которые заменил второй экипаж), приводимые во вращение электрическим током от солнечных батарей. В основном ориентацию должны обеспечивать силовые гироскопы. Микродвигатели же включаются очень редко, когда силовые гироскопы «насыщены» или когда заданный разворот станции превышает возможности силовых гироскопов. Запас сжатого азота для микродвигателей весьма ограничен.

23 ноября вышел из строя один из трех силовых гироскопов. Пришлось значительно чаще прибегать к использованию микродвигателей и тратить драгоценный сжатый азот. Ко 2 декабря на станции оставалось всего 12 700 кг сжатого азота. Один сеанс исследования природных ресурсов при двух исправных силовых гироскопах требует для соответствующей ориентации станции 180 кг сжатого азота. Таких сеансов было намечено 50. Ясно, что все сеансы провести не удалось, ведь сжатый азот нужен и для ориентации станции при проведении других экспериментов. Напомним, что основной научной задачей третьего экипажа были наблюдения кометы Когоутека.

На станции «Скайлэб» для наблюдений кометы использовалось более пяти различных приборов, непосредственно управляемых человеком, в том числе приборы, регистрирующие излучение кометы в рентгеновской и ультрафиолетовой областях спектра. Так, впервые в истории астрономии появилась возможность наблюдать комету без помех, создаваемых атмосферой. Пока комета не приблизилась на достаточное расстояние к Солнцу и яркость ее была еще небольшой, космонавты дважды в сутки фотографировали ее на черно-белую пленку, а также на пленку, чувствительную к ультрафиолетовым лучам. Когда же комета стала ярче, на нее направили комплект телескопов, предназначенных для наблюдений Солнца. А в конце декабря

1973 года, когда комета проходила через перигелий, космонавты вышли дважды в космос специально для ее наблюдений и съемки. Каждый сеанс наблюдений приходилось тщательно планировать, чтобы расход азота был минимальным. Однако станция, лишенная одного силового гироскопа, стала не очень послушной и приходилось тратить сжатый азот в 2—3 раза больше нормы.

Первоначально в качестве основной задачи для третьего экипажа станции «Скайлэб» предусматривались исследования природных ресурсов Земли, но позже их несколько сократили за счет наблюдений кометы. Тем не менее были получены очень интересные результаты. В теплых океанских течениях обнаружены области холодной воды поперечником до 65 км. Открытие таких областей очень важно для метеорологии, океанологии и рыболовства. Холодная вода, поднимаясь с глубины, видимо, богата органическим веществом, которое может служить кормом для рыб (в теплых течениях органических веществ почти нет). Между холодной водой и атмосферой происходит интенсивный энергообмен, оказывающий существенное — ранее не учитывавшееся — воздействие на метеорологические процессы.

Последний сеанс исследования природных ресурсов космонавты третьего экипажа провели 2 февраля. На следующий день состоялся последний (четвертый для данного экипажа) выход в открытый космос. Главная задача выхода — извлечение кассет с отснятой пленкой из комплекта астрономических приборов. Эта пленка содержит примерно 75 000 снимков Солнца и кометы Когоутека. Кроме того, на Землю доставлены кассеты с пленкой (около 20 000 кадров) из камер, применявшихся для исследования природных ресурсов. От других приборов, служивших той же цели, получено более 30 километров магнитной ленты с записью.

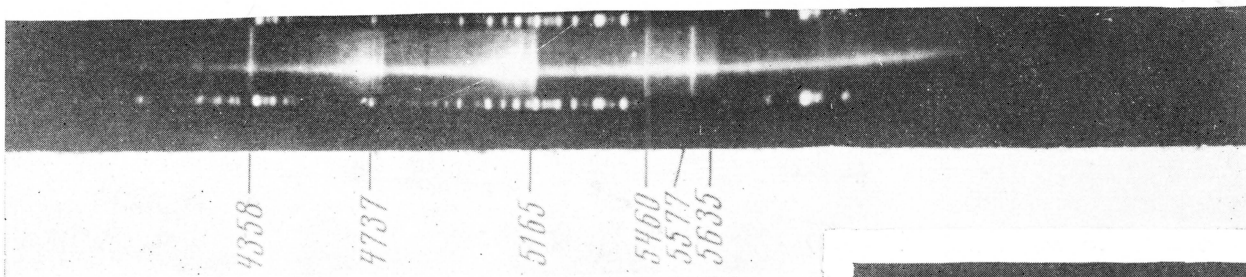
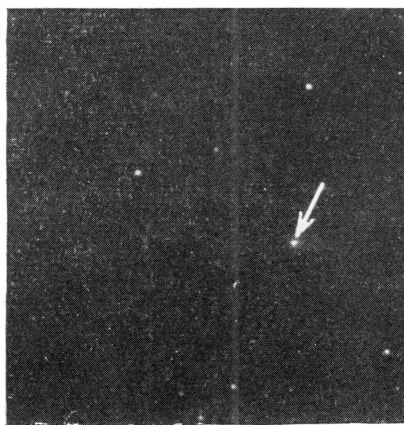
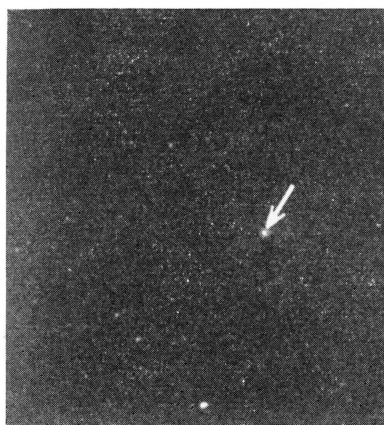
Карр, Поуг и Гибсон возвратились

на Землю 8 февраля 1974 года. Полет их длился 84 суток 1 час 16 минут. Они совершили 1214 витков по орбите. После полета члены третьего экипажа чувствовали себя несколько лучше, чем космонавты второго экипажа, которые провели в космосе «всего» 59 суток. В отличие от членов первых двух экипажей, Карр, Поуг и Гибсон совсем не жаловались на тошноту и мышечные боли. Только ноги были «словно налиты свинцом». Карр даже прибавил в весе, правда всего 100 грамм. Любопытно, что на 2—3 сантиметра увеличился рост космонавтов. Это вызвано тем, что в условиях невесомости ослабевают мышцы, обеспечивающие плотное прилегание позвонков друг к другу. В результате этого увеличиваются зазоры между позвонками и возрастает общая длина позвоночного столба, а следовательно, и рост человека. После возвращения в условия земного тяготения мышцы вновь прижимают позвонки друг к другу и восстанавливается нормальный рост. Это явление наблюдалось и в прежних космических полетах.

Полетом третьего экипажа завершились работы по программе «Скайлэб». Три экипажа с очень большой пользой для науки провели на станции в общей сложности 171 сутки.

Общие затраты на программу оцениваются в 2,5 млрд. долларов (затраты на лунную программу «Аполлон» были в 10 раз больше).

А что же будет с оставшейся на орбите станцией «Скайлэб»? Работа с ней прекращена. По команде с Земли 9 февраля 1974 года на станции выключены системы электропитания, и она стала «молчащим куском железа», который, согласно расчетам, будет обращаться по орбите еще 7—10 лет, пока не войдет в плотные слои атмосферы. «Визиты» на станцию больше не планируются.



Комета Когоутека [отмечена стрелкой] в ночь с 18 на 19 октября, с 20 на 21 октября и с 22 на 23 ноября 1973 года



Комета Когоутека в ночь с 28 на 29 ноября 1973 года. Снимки кометы сделали Д. И. Городецкий и А. В. Курчаков на 50-сантиметровом менисковом телескопе Астрофизического института АН КазССР

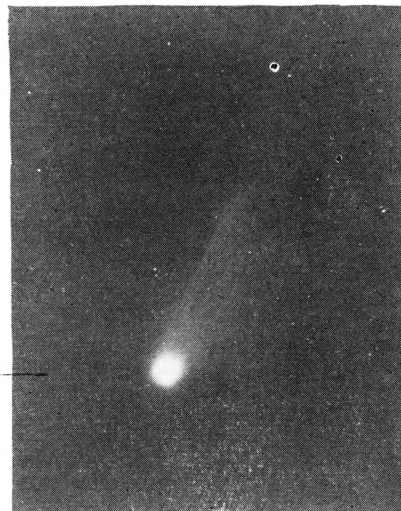


Спектр головы кометы Когоутека, полученный 18 ноября 1973 года

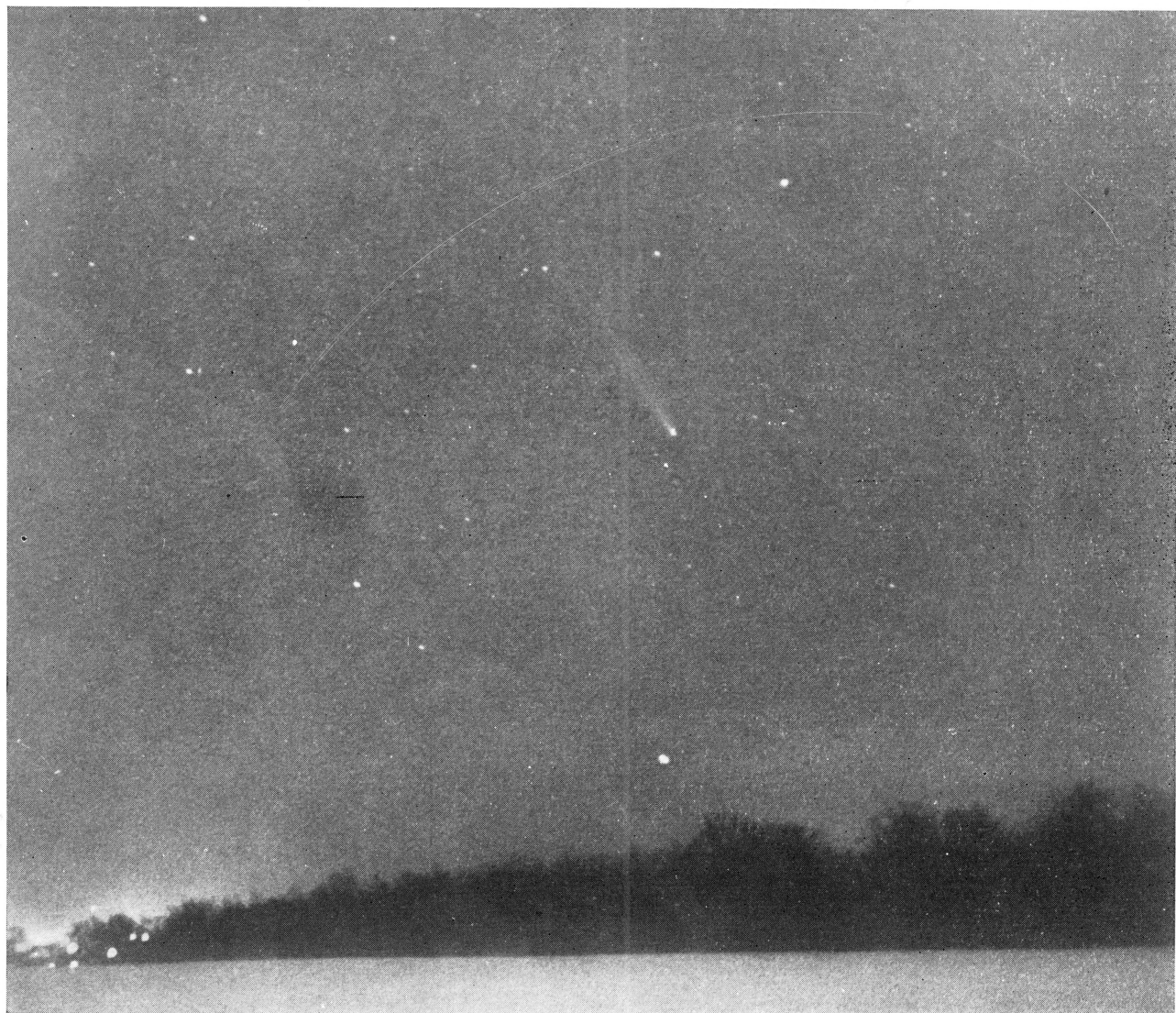
сотрудниками Астрофизического института АН КазССР Э. К. Денисюком и З. В. Корягиной. Молекулярные полосы с длинами волн 4737, 5165 и 5635 Å принадлежат молекулам углерода. В спектре кометы есть теллурические линии. Одна из них — линия кислорода [длина волны 5577 Å] вызвана свечением ночного неба, две другие — линии ртути [4358 и 5460 Å] — от городских огней



Комета Когоутека 28 ноября 1973 года. К. И. Чурюмов сфотографировал комету на длиннофокусном астрографе Астрономической обсерватории Киевского университета





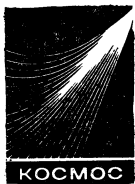


Комета Когоутека достигла максимальной яркости вблизи перигелия своей орбиты, который она прошла 29 декабря 1973 года. Американский космонавт Э. Гибсон, наблюдавший в это время комету с борта «Скайлэба», сообщал, что по яркости она была сравнима с Юпитером, а к 4 января яркость ее упала примерно в 50 раз, вероятно, в связи с большой потерей массы при прохождении вблизи Солнца.

В середине января комета удалилась от Солнца на 0,5 а. е. и была

видна невооруженным глазом вскоре после захода Солнца. На фотографии — комета Когоутека среди звезд Козерога. Прямо под кометой блещит Юпитер. Снимок сделан 10 января 1974 года на южной окраине Москвы. Фотографировалась комета малоформатной камерой «Зенит» с объективом «Гелиос-44» на пленку 250 ед. ГОСТ. Продолжительность экспозиции 15 секунд.

Кандидат физико-математических наук  
А. Н. СИМОНЕНКО



Кандидат физико-математических наук  
О. Л. ВАЙСБЕРГ

## Новое о плазменных оболочках Марса и Венеры

История изучения взаимодействия солнечного ветра с Марсом очень коротка. В 1965 году американская межпланетная станция «Маринер-4» пролетела мимо Марса. Установленный на ней магнитометр зарегистрировал скачкообразное возмущение магнитного поля. Других данных тогда не получили. Ученые могли по-разному истолковать поведение магнитного поля: и как результат пересечения фронта головной ударной волны у Марса, и как возмущение межпланетного магнитного поля, случайно совпавшее со временем близкого прохождения «Маринера-4» вблизи планеты. В конце концов решили, что наиболее вероятная причина — пересечение станцией фронта ударной волны.

Обнаруженное явление тщательно анализировали два американских ученых Дж. Спрайтер и М. Драйер, которые дополнили существующие взгляды на природу возмущения. Спрайтер исходил из того, что поток солнечного ветра встречает на своем пути препятствие — ионосферу Марса. Газовое давление ионосферы компенсируется динамическим давлением потока солнечной плазмы. Допустив ионосферный характер препятствия, Спрайтер рассчитал его форму и размер. Исследователи, полагая, что структура зон обтекания может быть изучена с использованием уже известных представлений гидродинамики, получили данные о положении ударной волны перед препятствием. Спрайтер и Драйер сопоставили свои расчеты с информацией, переданной «Маринером-4». Драйер решил, что у Марса есть слабое магнитное поле. Спрайтер допустил существование в

окрестностях планеты пограничного слоя. Магнитное поле и пограничный слой увеличивают размер препятствия; расчеты же, учитывающие поле или слой, лучше согласуются с наблюдениями.

Автоматические межпланетные станции «Марс-2» и «Марс-3» передали более надежные и систематические данные о плазменной оболочке Марса. Измерения ионной компоненты плазмы показали существование головной ударной волны вблизи планеты. Было установлено, что ударная волна находится на большем расстоянии и от Марса по сравнению с тем, которое можно объяснить лишь влиянием его ионосферы. Магнитометрический эксперимент, проведенный коллективом исследователей во главе с кандидатом физико-математических наук Ш. Ш. Долгиновым, подтвердил существование ударной волны. Тогда же отметили усиление магнитного поля в ближайшей окрестности Марса (немногим более тысячи километров над его поверхностью). После этого Ш. Ш. Долгинов сделал вывод о существовании собственного магнитного поля Марса с магнитным моментом, приблизительно в  $2 \cdot 10^3$  раз меньшим, чем у земного диполя. Таковы основные результаты, полученные к 1973 году. («Земля и Вселенная», № 1, 1973 г., стр. 28—31. — Ред.)

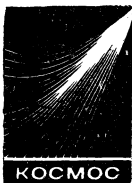
### ПЛАЗМА МАРСА

Исследования продолжались. Молодой ученый А. В. Богданов и автор этой статьи при участии группы сотрудников Института космических исследований АН СССР рассмотрели

не только данные «Марса-3», по которым были получены первые результаты, но также измерения, выполненные «Марсом-2». Это позволило, во-первых, сопоставить данные одновременных наблюдений (тем самым более уверенно отделить пространственные и временные вариации) и, во-вторых, использовать более подробную информацию о ближайших окрестностях Марса. Вспомним, что «Марс-2» провел здесь больше измерений.

Еще в эксперименте «Марса-3» было замечено, что в той области, где магнитометр регистрирует усиление магнитного поля, наблюдаются большие потоки ионов с характерным падающим спектром (число ионов с малыми энергиями — порядка десятков электрон-вольт — превосходит число ионов с большими энергиями, в сотни электрон-вольт). Само по себе существование больших потоков ионов в «магнитосфере» Марса уже показывало, что условия вблизи планеты резко отличаются от земных. У Земли на пути потока солнечного ветра встает препятствие — магнитное поле. Давление плазмы во внешних областях магнитосферы значительно меньше давления магнитного поля. Кроме того, граница между магнитным полем и потоком разогретой на ударной волне плазмы (магнитопауза) резкая, практически не проницаемая для частиц.

Измерения ионной компоненты плазмы, проведенные «Марсом-2», дали некоторые сведения о характере препятствия и его границы. Удалось наметить границы и область, где наблюдаются большие потоки ионов с малыми средними скоростями и температурой. Эту область мы назва-



ли «подушкой». «Подушка» располагается между солнечной плазмой и ионосферой Марса. Не при каждом прохождении спутника вблизи планеты регистрировали «подушку», так как ближайшая к Марсу точка орбиты располагается сравнительно высоко — более 1000 км над поверхностью. Толщина области с малыми средними скоростями и температурой изменяется. «Подушка» как бы дышит, ее верхняя граница то поднимается, то опускается. Искусственный спутник вторгается внутрь области, если она поднимается достаточно высоко. Однако удалось измерить высоту верхней границы «подушки» и тогда, когда спутник не пересекал ее. Дело в том, что положения ударной волны и «подушки» сравнительно хорошо согласуются — расстояние верхней границы «подушки» и расстояние ударной волны от Марса меняются согласованно: чем выше «подушка», тем дальше ударная волна, и наоборот. Более того, их взаимное положение удовлетворительно согласуется с моделью сверхзвукового газодинамического обтекания тупого тела (как, например, в модели Спрайтера). Это было проверено при пересечении ударной волны и «подушки» на одном витке спутника. Таким образом, когда регистрировалось пересечение головной ударной волны, а «подушка» на данном витке не наблюдалась, положение ударной волны позволяло рассчитать положение «подушки». И действительно, чем ближе к планете располагался спутник, тем меньше была ее толщина — спутник проходил над верхней границей «подушки». Все это относится к дневной стороне планеты —

стороне, повернутой к потоку солнечного ветра.

Размер препятствия (высота «подушки») обычно выше верхней границы ионосферы Марса, которая расположена на высоте около 300 км. А между ионосферой Марса и потоком солнечной плазмы, разогретым на головной ударной волне, существует еще одна область — пограничный слой. Поток солнечной плазмы, прошедший ударную волну, характеризуется высокой температурой (сотни электрон-вольт) и значительной средней скоростью, равной 0,5–0,8 скорости солнечного ветра (скорость солнечного ветра 250–800 км/сек). Ионосфера Марса — это холодная плазма с температурой около 0,05–0,1 эв. В «подушке» температура ионов составляет несколько десятков электрон-вольт, а их скорость меньше скорости в магнитослое. Толщина «подушки» на дневной стороне Марса меняется, по-видимому, приблизительно от 100 до 1000 км.

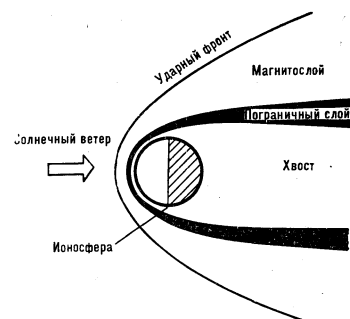
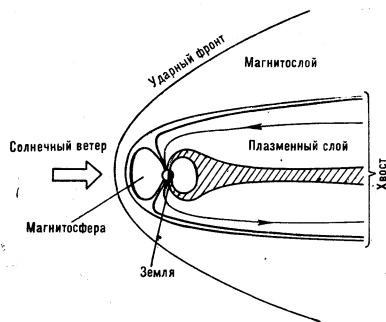
Удалось проследить также изменение скорости потока плазмы при переходе от магнитослоя к «подушке». Оказалось, что и потоки плазмы с различными энергиями и средняя скорость ионной компоненты меняются монотонно. Значит, «подушка» служит продолжением магнитослоя, между ними нет резкой границы. У Земли же мы наблюдаем иную картину.

Сопоставление вариаций потоков ионов с изменениями магнитного поля показало, что они колеблются более или менее одновременно. Поток замедляется синхронно с возрастанием напряженности магнитного поля. В магнитном поле внутреннего про-

исхождения, по мере углубления в него, как мы считаем, должно наблюдаться отсекание менее энергичных частиц (в противоположность тому, что зарегистрировано у Марса).

Следовательно, характер изменения скорости потока на границе препятствия, связь между замедлением потока и нарастанием напряженности магнитного поля в препятствии свидетельствуют о том, что магнитное поле является скорее «накачанным», образованным при замедлении и сжатии потока плазмы магнитослоя. Эти данные мы рассматривали как основной аргумент в пользу внешнего происхождения магнитного поля вблизи Марса. Таким образом, главный вывод наблюдений за ионной компонентой плазмы у Марса, проведенных межпланетными станциями «Марс-2» и «Марс-3», может быть сформулирован следующим образом: при обтекании Марса солнечным ветром возникает пограничный слой между потоком плазмы, разогретой на ударной волне, и его ионосферой. В пограничном слое по мере приближения к планете постепенно уменьшается скорость потока. На дневной стороне Марса этот слой образует «подушку» толщиной в несколько сот километров над ионосферой Марса. Ближе к ночной стороне слой расширяется, достигая на расстоянии в несколько радиусов Марса толщины 2–3 тыс. км. Размер препятствия, которое приходится обтекать солнечному ветру, увеличивается на толщину пограничного слоя. Ударная волна отодвигается, так как увеличивается эффективный размер препятствия. Толщина пограничного



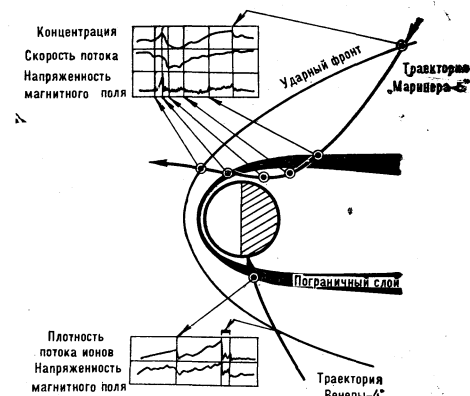


## ЕСТЬ ЛИ У МАРСА «ХВОСТ»?

Итак, пограничный слой удалось зарегистрировать не только на дневной, но и на ночной стороне Марса. Пограничный слой и называется пограничным потому, что он что-то ограничивает. Это «что-то» можно назвать хвостом планеты. Вспомним, что хвост Земли образуют магнитные силовые линии, выходящие из околополюсных областей земного шара и сносимые потоком плазмы. Две трубки магнитных силовых линий, которые тянутся из двух полюсов Земли, разделяются слоем плазмы. Хвост Земли сохраняет эту упорядоченную структуру по крайней мере до расстояния полумиллиона километров. В области, удаленной от Земли более чем на 3 млн. км, структура хвоста уже нарушена. Он, по-видимому, разбивается на отдельные волокна. В настоящее время считают, что длина хвоста, на которой сохраняется регулярное строение, около 1,5 млн. км.

К сожалению, мы еще не знаем, что представляет собой хвост Марса. Можно лишь предположить, что если на пути солнечного ветра преградой встает газовая оболочка, то хвост Марса должен сильно отличаться от земного и походить на кометный, газовый. Вероятно, в его образовании существенное значение приобретает плазма, вытекающая из ионосферы Марса. По-видимому, в хвосте присутствует более или менее упорядоченное магнитное поле.

Пограничный слой и хвост ранее во внешней оболочке Марса не обнаруживали, хотя предположение о возможном существовании пограничного слоя однажды высказал профессор



Спрайтер. Пограничный слой хорошо известен в обычной гидродинамике, его образование обусловливается величиной вязкости вблизи границы обтекаемого препятствия. Будущие исследования вскроют истинную природу марсианского хвоста.

## ПЛАЗМЕННАЯ ОБОЛОЧКА ВЕНЕРЫ

Проведенный анализ показывает, что собственное магнитное поле Марса (если оно, конечно, существует) оказывает незначительное влияние на солнечный ветер, обтекающий Марс. Структура зоны обтекания определяется образовавшимся пограничным слоем. Это заставляет по-новому взглянуть и на измерения, выполненные вблизи Венеры советской межпланетной станцией «Венера-4» и американской межпланетной станцией «Маринер-5». Исследователи, проводившие эксперименты, сделали вывод о существовании ударной волны у Ве-

## Структура хвоста Земли

Схема обтекания Марса солнечным ветром. Вблизи Марса поток плазмы отклоняется. Образуется ударная волна. Разогретый на ударной волне поток обтекает планету. Он энергично взаимодействует с ее внешней оболочкой, формируя пограничный слой, который характеризуется значительным уменьшением скорости и температуры плазмы. На дневной стороне пограничный слой («подушка») лежит на ионосфере Марса, на ночной он утолщается и ограничивает предполагаемый хвост Марса

Измерение магнитного поля и плазмы вблизи Венеры. Проведенные измерения свидетельствуют о существовании пограничного слоя у Венеры, аналогичного тому, который наблюдается у Марса. Видно, что в области предполагаемого пограничного слоя Венеры отмечаются падение скорости потока (по данным «Маринера-5»), возрастание магнитного поля, зарегистрированное «Венерой-4» и «Маринером-5»



## ПОЗДРАВЛЯЕМ

**Редакционная коллегия,  
авторский коллектив  
и читатели  
«Земли и Вселенной»  
сердечно поздравляют  
выдающегося  
советского  
ученого,  
трижды Героя  
Социалистического  
Труда,  
лауреата Ленинской  
и Государственной  
премий,  
академика  
Якова Борисовича  
Зельдовича  
с шестидесятилетием  
и высокой  
правительственной  
наградой —  
орденом Ленина**

неры (по измерениям «Венеры-4» и «Маринера-5»), а также о существовании полутени на фланге зоны обтекания (по измерениям «Маринера-5»).

Чтобы сравнить структурные особенности зон обтекания Марса и Венеры, пришлось выбрать соответствующий масштаб сравнения, ведь радиус Венеры почти вдвое больше радиуса Марса и размеры препятствия (диаметр планеты плюс внешняя оболочка) также должны различаться. Мы приблизительно в 2 раза уменьшили масштаб траекторий аппаратов, пролетавших около Венеры, и точки пересечения ударной волны у Венеры попали на линию среднего положения ударной волны у Марса. Теперь уже можно было сопоставить измерения плазмы и магнитного поля у Венеры со структурными особенностями зоны обтекания Марса. Сравнение показало, что проведенные у Венеры измерения следует толковать не так, как прежде. Удалось выделить области, соответствующие переходному слою, причем его положение у Венеры (в принятом масштабе) хорошо совпадает с положением у Марса. На магнитограмме и кривой изменений ионного тока хорошо видны два всплеска. Один, как считалось и ранее, вызван пересечением головной ударной волны, второй, более близкий к планете, теперь можно объяснить входом в пограничный слой. По кривым изменений магнитного поля и характеристикам плазмы, построенным на основе данных «Маринера-5», отмечался вход в зону полутени, где концентрация ионов уменьшается.

Зону окаймляют два участка, характеризующиеся градиентом скорости. Оба они при выбранном масштабе

«легли» на пограничный слой. Всплеск магнитного поля на магнитограмме «Маринера-5» в момент прохождения аппарата с дневной стороны Венеры соответствует пересечению пограничного слоя на дневной стороне. Такие всплески магнитного поля также наблюдались у Марса советскими станциями «Марс-2» и «Марс-3».

Новый анализ данных измерений у Венеры позволяет считать, что структура и процессы в зоне обтекания у Марса и Венеры имеют много общего. Тогда, естественно, возникает вопрос, действительно ли усиление магнитного поля, наблюдаемое у Марса, связано с внутренними источниками? Нет ли сходства между некоторыми характеристиками ионосфер Марса и Венеры? У Венеры обнаружена резкая граница ионосферы на дневной стороне и протяженная ионосфера на ночной стороне. У Марса эти области пока не исследованы.

Изучение плазменных процессов у других планет только начинается. Измерения автоматических межпланетных станций «Марс-2», «Марс-3» и сопоставление с прежними измерениями, выявили ряд новых особенностей в зоне обтекания солнечным ветром планет, у которых имеется развитая атмосфера и нет собственного значительного магнитного поля. В 1973 году к Марсу опять отправилась флотилия межпланетных станций. Они проведут расширенную программу экспериментов и дадут много нового для выяснения явлений, о которых шла речь в этой статье.



Кандидат физико-математических наук  
Г. С. БИСНОВАТЫЙ-КОГАН

## Феномен пульсара

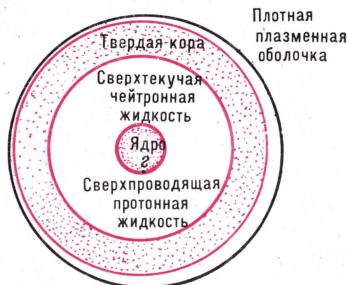
### ПУЛЬСАРЫ И НЕЙТРОННЫЕ ЗВЕЗДЫ

Источники пульсирующего радиоизлучения — пульсары были открыты случайно в 1967 году английскими радиоастрономами («Земля и Вселенная», № 2, 1971 г., стр. 19—22). Прошло меньше года после открытия, и природа пульсаров частично прояснилась. Оказалось, что это — те самые нейтронные звезды, которые были предсказаны более тридцати лет назад.

Пульсары — объекты быстропеременные, переменность их связана с вращением. Если Солнце или Землю раскрутить с частотой 30 гц, соответствующей частоте излучения пульсара в Крабовидной туманности, то центробежная сила будет настолько большой, что разорвет тело. Для того чтобы быстрое вращение стало стационарным, нужна сила тяготения, превышающая центробежную. Объект при этом должен быть массивным и компактным. Единственным возможным стационарным объектом, который мог бы вращаться столь быстро, оказалась нейтронная звезда. Поэтому пульсары и отождествили с нейтронными звездами. На поверхности нейтронной звезды имеется одно или несколько горячих пятен, например полюс магнитного диполя, ось которого не совпадает с осью вращения. Из этих пятен идет направленное излучение. При вращении пульсара луч периодически чиркает по Земле, и наблюдатель принимает отдельные импульсы.

Принадлежность пульсаров к нейтронным звездам, — пожалуй, единственное свойство, установленное теоретически, с которым согласны в ос-

**Вот уже несколько лет ведутся горячие споры о происхождении, эволюции и механизме радиоизлучения пульсаров. Пока астрофизики сходятся лишь в одном: пульсары — это быстро вращающиеся нейтронные звезды с сильным магнитным полем.**



новном все ученые. Теоретические модели пульсаров, объясняющие особенности их радиоизлучения, настолько разнообразны, что говорить о какой-либо единой точке зрения совершенно невозможно.

Пульсары интенсивно наблюдаются, открываются новые объекты (к настоящему времени известно уже более 80 пульсаров), но теперь новые данные о пульсарах уже перестали быть сенсационными и мало что прибавляют к нашим представлениям о них. Несмотря на огромную увеличивающуюся с каждым днем информацию о пульсарах, мы очень плохо пред-

ставляем себе, как пульсары излучают, каково время их активного существования, как часто они возникают. Все, что мы можем получить из теории, это — далеко не однозначные модели, объясняющие наблюдения.

### НЕМНОГО О НАБЛЮДЕНИЯХ

Радиоимпульсы от пульсаров приходят к нам с удивительным постоянством периода от 0,033 до 3 секунд, хотя в результате длительных наблюдений было установлено, что период очень медленно увеличивается. Самый быстрый рост периода отмечен у пульсара в Крабовидной туманности (период 0,033 секунды). Его период удваивается за 1000 лет. Для других пульсаров время удвоения значительно больше, например, для пульсара CP 0809 (период 1,3 секунды) — 100 млн. лет. Детальные исследования показали, что скорость роста периода непостоянна. Обнаружены различные колебания в изменениях периода, некоторые из этих колебаний были почти периодические, с характерным временем от месяца до года. У пульсара в Крабовидной туманности удалось выявить изменения периода трех типов. Его период либо внезапно уменьшается примерно на  $6 \cdot 10^{-11}$  секунды, либо испытывает быстрые изменения как в сторону уменьшения, так и увеличения на  $3 \cdot 10^{-11}$ — $3 \cdot 10^{-12}$  секунды. Кроме того, непрерывно наблюдаются случайные колебания длительности периода этого пульсара. Скачкообразные изменения периода, причем очень сильные — на  $2 \cdot 10^{-7}$  секунды, обнаружены у пульсара, расположенного в туманности Паруса X. Наиболее удивительное свойство

Строение нейтронной звезды





пульсаров — очень высокая яркостная температура радиоизлучения,  $10^{25}$ — $10^{30}$  °К. Это означает, что если бы радиоизлучение пульсара соответствовало излучению черного тела, то его температура равнялась бы  $10^{25}$ — $10^{30}$  °К. Ясно, что подобная температура черного тела не может существовать сколь-нибудь заметное время, поэтому излучение пульсара должно быть **нетепловым** и **когерентным**. Напомним, что фазы когерентных электромагнитных волн почти одинаковы и потому амплитуды волн складываются. Мощность когерентного излучения возрастает гораздо сильнее, чем сумма мощностей излучающих частиц.

Пульсары пытались наблюдать в оптическом и рентгеновском диапазонах, но только один из них — пульсар в Крабовидной туманности — излучает во всех диапазонах. Имеются указания на рентгеновское излучение пульсара в туманности Паруса Х. Эти два пульсара сейчас относят к самым молодым и самым активным. У остальных пульсаров наблюдалось только радиоизлучение.

## СТРОЕНИЕ НЕЙТРОННЫХ ЗВЕЗД

В нейтронной звезде вещество находится примерно в таком же состоянии, как в атомном ядре, и вся нейтронная звезда похожа на гигантское ядро. Характерные параметры нейтронной звезды: масса около одной солнечной, радиус порядка 10 км, плотность в центре  $10^{15}$  г/см<sup>3</sup>.

В нейтронной звезде можно выделить четыре зоны. Вещество внешней плазменной зоны находится в газовом или жидком состоянии. Эта зона кончается там, где плотность звезды со-

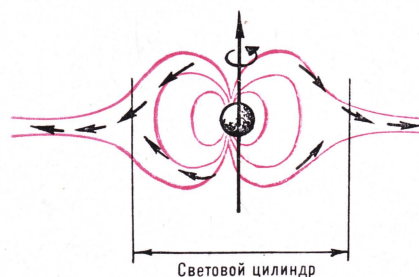
ставляет  $10^8$ — $10^{10}$  г/см<sup>3</sup>. Ниже лежит твердая кора — область, в которой электростатическое взаимодействие приводит к образованию твердой кристаллической решетки, как в металле. Кора простирается до плотностей  $10^{14}$  г/см<sup>3</sup>. Еще ниже, вплоть до плотностей  $5 \cdot 10^{14}$  г/см<sup>3</sup>, расположен слой нейтронной жидкости и наконец — ядро нейтронной звезды. О его состоянии нельзя сказать ничего определенного, поскольку плотность в ядре нейтронной звезды превышает плотность атомного ядра и основное значение приобретает сильное взаимодействие, природа которого до сих пор неизвестна.

Чрезвычайно мало известно о свойствах вещества при столь высоких плотностях, как в нейтронной звезде. Тем не менее предполагается, что нейтронная жидкость сверхтекучая (таким свойством обладает жидкий гелий на Земле при температуре, близкой к абсолютному нулю), а протоны и электроны образуют некую сверхпроводящую среду, по свойствам напоминающую металлы при сверхнизких температурах. Для предположения о сверхтекучести и сверхпроводимости, так же как и для утверждения о существовании твердой коры было немало теоретических предположений, но требовались наблюдательные подтверждения. Поэтому, когда обнаружили скачкообразное изменение периода у пульсара в туманности Паруса Х, а затем и у пульсара в Крабовидной туманности, то эти явления сразу же связали с существованием твердой коры и даже стали рассматривать как доказательства других экзотических особенностей нейтронных звезд.

## ЧЕМ ВЫЗВАНЫ «СКАЧКИ» ПЕРИОДА?

Пульсары излучают за счет потери энергии вращения. В еще больших количествах энергия вращения расходуется на ускорение частиц, которые выбрасываются с поверхности звезды. Поэтому вращение пульсаров замедляется, а их период увеличивается. Если внутри пульсара имеется сверхпроводящая нейтронная жидкость, то твердая кора тормозится быстрее, чем жидкость. Из-за торможения изменяется форма звезды, уменьшается ее сплюснутость, в коре развиваются внутренние напряжения и, когда они достигают предела прочности, происходит разлом — «звездотрясение». В результате вещество звезды перестраивается, и в силу сохранения момента количества движения возникает ускорение вращения звезды — «скачок» периода. Довольно правдоподобным подбором различных параметров можно объяснить величину «скачка», частоту его повторения, различие в изменениях периода до и после «скачка». Казалось, будто скачкообразные изменения периода подтверждают существование твердой коры и сверхтекучести, позволяя даже заглянуть внутрь нейтронной звезды. Результаты наблюдения, однако, не совсем укладывались в эти теоретические представления.

Скачкообразные изменения периода, наблюдавшиеся у пульсаров в туманностях Паруса Х и Крабовидной, имели весьма различные масштабы и проявления: у первого — два больших «скачка», у второго — много мелких и очень мелких. Трудно ожидать, чтобы твердая кора была столь разной у обоих пульсаров. Теории звездотря-

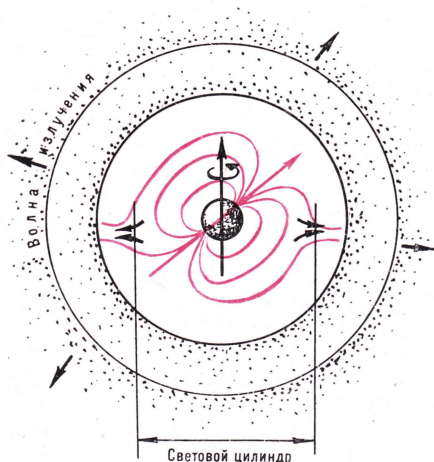


сений противоречит еще один наблюдательный факт. После скачкообразного изменения периода пульсара в Крабовидной туманности отмечались интенсивные движения волокон туманности. Энергия, необходимая для ускорения волокон, значительно превышает ту, что выделяется при звездотрясении. Предлагались и другие объяснения «скачков» периода, связанные с неустойчивостью плазмы в магнитном поле пульсара. Сейчас нет единой точки зрения на причину скачкообразного изменения периода — каждое объяснение сталкивается с трудностями.

#### КАК ТЕРЯЕТСЯ ВРАЩАТЕЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ

Если звезда постоянно уменьшает скорость своего вращения, то, зная замедление и примерную массу звезды, можно рассчитать скорость потери вращательной энергии. Оказывается, для всех пульсаров выделение энергии при замедлении всегда, как правило, соответствует наблюдаемой светимости, поэтому источник энергии пульсаров — вращение — сомнений почти не вызывает.

Интенсивная потеря энергии вращения возможна, если только у нейтронной звезды существует сильное магнитное поле. Самые большие потери энергии происходят у пульсара в Крабовидной туманности, до  $5 \cdot 10^{38}$  эрг/сек. Эта энергия идет не только на излучение пульсара, но и на излучение диффузной туманности, ускорение электронов и протонов. У других пульсаров потери энергии значительно меньше — не превосходят светимости Солнца ( $4 \cdot 10^{33}$  эрг/сек).



Звезда с магнитным полем, например дипольным, может терять вращательную энергию различными способами. Магнитная ось звезды и ось ее вращения могут совпадать или находиться под углом друг к другу. В первом случае магнитное поле вращающейся звезды постоянно, поэтому не-

■ *Магнитное поле нейтронной звезды, ось вращения которой совпадает с осью магнитного диполя. Вне светового цилиндра дипольная структура магнитного поля искажается, истечение вещества вдоль силовых линий приводит к торможению звезды*

■ *Нейтронная звезда с осью вращения, не совпадающей с магнитной, создает в окружающей плазме переменное магнитное поле. Генерирующееся электромагнитное излучение уносит как энергию, так и момент вращения. Звезда замедляет свое вращение*

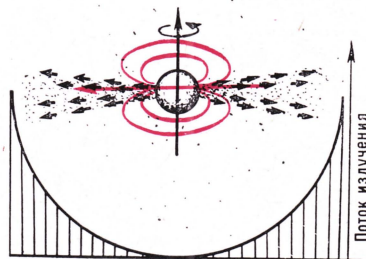
возможно периодическое излучение импульсов. Когда же магнитная ось наклонена к оси вращения, возникает явление пульсара. Вокруг вращающейся звезды создается переменное магнитное поле, вследствие чего генерируется электромагнитное излучение и теряется энергия.

Если нейтронная звезда окружена плазмой, энергия вращения теряется даже при совпадении магнитной и вращательной осей. Вращающееся намагниченное тело создает в окружающем пространстве электрическое поле, которое выбрасывает заряженные частицы из звезды с силой, значительно превышающей гравитационную. Эта выброшенная плазма истекает в межзвездное пространство, вытягивая за собой силовые линии магнитного поля. Магнитная связь между звездой и выброшенным веществом тормозит вращение, причем как в случае совпадающих, так и несовпадающих осей замедление примерно одинаково и потеря энергии одинаковым образом зависит от напряженности магнитного поля и угловой скорости вращения. Чем быстрее скорость вращения, тем быстрее оно замедляется. Итак, в пульсаре магнитная ось расположена под углом к оси вращения, вращательная энергия теряется при излучении электромагнитных волн и вследствие магнитной связи с истекающей плазмой.

#### МЕХАНИЗМЫ РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ

От всех пульсаров наблюдаются радиоимпульсы на частотах, больших 30 МГц, а также оптическое и рентгеновское излучение от пульсара в Крабовидной туманности. Как форми-





руется это излучение и какова его природа? Единого ответа на этот вопрос нет. Оптическое и рентгеновское излучение от пульсара в Крабовидной туманности всегда предполагается синхротронным, связанным с вращением релятивистских электронов вокруг силовых линий магнитного поля нейтронной звезды. Такое объяснение не встречается с какими-либо трудностями, ибо яркостная температура излучения в оптическом и рентгеновском диапазонах весьма умеренная — не больше  $10^{10}$  К. Релятивистские электроны с энергиями больше нескольких мегаэлектрон-вольт могут испускать это излучение в магнитном поле. Разногласия начинаются, когда приходится объяснять самое трудное — огромную яркостную температуру радиоизлучения.

Одним из первых механизмов, предложенных для радиоизлучения пульсаров, был **мазерный**. Пульсары, по-видимому, окружены плазмой. Электроны и ионы плазмы не связаны в атомы и движутся независимо друг от друга. Если в каком-то месте число электронов превысит число ионов, то появится электрическая сила, выравнивающая их концентрацию. Эта сила порождает колебательное движение электронов относительно ионов, то есть плазменные колебания.

Всегда имеется возможность превращения плазменных колебаний в электромагнитные, причем частота появляющихся электромагнитных волн близка к частоте плазменных колебаний. В равновесной плазме энергия колебаний много меньше энергии теплового движения и излучение на плазменной частоте мало. В плазму, окружающую пульсар, постоянно выбра-

сываются быстрые частицы — электроны и протоны, ускоряемые полем нейтронной звезды. Если в такой «возбужденной» плазме где-то произошло превращение плазменных колебаний в электромагнитную волну, то, распространяясь, волна вызовет дополнительное превращение и будет усиливаться. Выходя из плазменной оболочки пульсара, электромагнитная волна становится очень интенсивной, и яркостная температура излучения достигает значений, которые наблюдаются в пульсарах. Такой механизм излучения аналогичен мазерному или лазерному.

Возбуждение плазменных колебаний соответствует в мазерном механизме заселению атомами возбужденных уровней, а индуцированное превращение плазменных колебаний в излучение под действием электромагнитной волны — индуцированному переходу возбужденных атомов в более низкое состояние. Чтобы частота излучения плазменной оболочки попала в наблюдаемый радиодиапазон  $10^7$ — $10^{10}$  гц, плотность электронов в ней должна составлять  $10^7$ — $10^{12}$  см $^{-3}$ .

«Мазерная» ситуация возникает так-

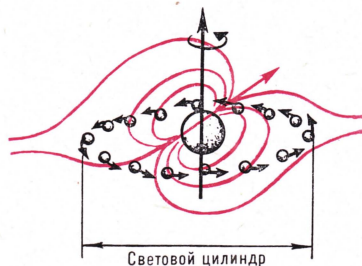
*Мазерный механизм радиоизлучения пульсаров. Вдоль магнитных полюсов звезды выбрасываются быстрые частицы (указаны стрелками). Они возбуждают плазменные колебания, вызывая резкое усиление электромагнитного излучения, которое распространяется вдоль магнитных полюсов. График внизу показывает, как растет поток излучения при распространении в «возбужденной» плазме*

же, когда пучок релятивистских частиц движется в холодной плазме с магнитным полем. Электромагнитная волна, образующаяся в результате магнитотормозного излучения релятивистских электронов, усиливается при своем распространении в холодной плазме достаточно большой плотности. Поскольку мазерное усиление излучения, как правило, зависит от направления, всегда получается направленное излучение, характерное для пульсаров.

Помимо мазерных механизмов, когерентное излучение возникает при **движении сгустков электронов**. Если в сгустке все электроны излучают в одной фазе, то амплитуды электромагнитных волн складываются. Интенсивность такого излучения может быть очень большой. Чтобы заряженная частица или сгусток таких частиц излучал, их движение должно быть ускоренным. При вращении вокруг силовых линий магнитного поля возникает магнитотормозное излучение. Им обычно объясняется рентгеновское и оптическое излучение пульсара в Крабовидной туманности. Те же самые электроны способны излучать в радиодиапазоне, если они участвуют еще в каком-нибудь вращательном движении. Сгустки электронов могут захватываться магнитным полем нейтронной звезды и вращаться вместе с ней. Для пульсара в Крабовидной туманности вращающиеся сгустки электронов могут давать наблюдаемое радиоизлучение, если их скорость равна световой, а энергия электронов в 200 раз превосходит энергию покоя.

Сгустки электронов могут перемещаться и вдоль искривленных сило-



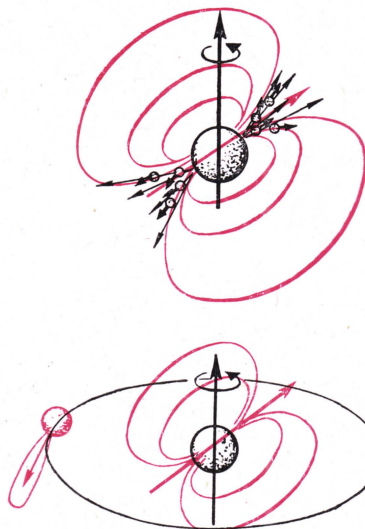


вых линий магнитного поля. Эти электроны излучают на частоте, определяемой радиусом кривизны силовых линий. Если силовая линия проходит вблизи светового цилиндра, где скорость вращения равна световой, то частота обращения сгустков совпадает с частотой вращения звезды. И тогда сгустки мощно излучают в радиодиапазоне. Поскольку релятивистские частицы излучают главным образом вдоль направления своего движения, направленное излучение пульсаров объясняется и в этой модели. Неясно, правда, как образуются и долго ли сохраняются сгустки. Возможно, сгустки высвечиваются сразу после вылета частиц из нейтронной звезды.

Есть еще один возможный механизм излучения пульсаров — **источник, быстро вращающийся вокруг нейтронной звезды**. Если источник приближается к наблюдателю со скоростью, близкой к световой, то видимая мощность излучения резко возрастает, а если источник удаляется с такой же скоростью, видимая мощность падает. На этом свойстве и основана модель радиоизлучения пульсара.

Если источник вращается вокруг нейтронной звезды со скоростью, близкой к световой, то его излучение будет импульсным — он виден, лишь когда движется к наблюдателю. Кроме того, большой скоростью движения можно объяснить очень высокую яркостную температуру.

Но как удержать столь быстро вращающийся спутник на орбите? Центробежная сила в этом случае значительно превышает гравитационную (обычно предполагается, что спутник расположен вблизи светового цилиндра), поэтому только магнитное поле



Из нейтронной звезды выбрасываются сгустки электронов и протонов. Вблизи светового цилиндра они мощно излучают в радиодиапазоне. Стрелки показывают направление движения и излучения сгустков

Двигаясь вдоль искривленных магнитных силовых линий, сгустки электронов излучают в радиодиапазоне. Направление движения и излучения сгустков указано стрелками

Источник, вращающийся вокруг нейтронной звезды со скоростью, близкой к световой, излучает короткие импульсы в радиодиапазоне. Показана диаграмма излучения такого источника

может удерживать спутник на орбите. Так ли это? — трудно сказать.

Какому из трех механизмов излучения пульсаров отдать предпочтение? Помочь в этом могут только наблюдения. Наблюдения пульсаров становятся все более детальными: исследуется тонкая структура импульсов, ведутся поляризационные измерения. Может быть, при объяснении тонких особенностей излучения пульсаров и удастся сделать выбор.

## ЭВОЛЮЦИЯ ПУЛЬСАРОВ

Поскольку пульсар светит за счет потери вращательной энергии, молодые пульсары всегда быстро вращаются.

О возрасте пульсара можно судить по скорости потери им вращательной энергии или по замедлению вращения. Между периодом пульсара и его возрастом имеется четкая зависимость, указывающая на справедливость наших представлений об источниках энергии пульсаров, — период пульсара растет примерно как квадратный корень из его возраста.

Менее ясен вопрос об изменении магнитного поля пульсаров со временем. Скорость затухания поля сильно зависит от свойств вещества нейтронной звезды. Если в звезде есть сверхпроводящий слой, магнитное поле практически не будет затухать; в отсутствие сверхпроводимости время затухания может составлять  $10^6$ — $10^7$  лет.

При статистическом анализе пульсаров обнаруживается ряд свойств, которые отличают пульсары от обычных звезд. Радиопульсары — всегда одиночные объекты, в то время как почти



## СКОЛЬКО ПЫЛИ В ЦЕНТРАЛЬНЫХ ОБЛАСТЯХ ГАЛАКТИК?

В спиральных ветвях галактик, в их центральных областях и, возможно, даже в ядрах существуют облака пыли. Газо-пылевые образования, по-видимому, играют важную роль в эволюции как спиральных ветвей, так и центральных областей галактик.

Сотрудник Крымской астрофизической обсерватории И. И. Проник оценил содержание пыли в центральных областях галактик. Он рассмотрел 81 нормальную галактику. Среди них самое большое покраснение центральной области зарегистрировано у галактики NGC 4088. Плотность пыли в ней, по оценкам И. И. Проника, такая же, что и в окрестностях Солнца, —  $0,5 \cdot 10^{-26}$  г/см<sup>3</sup>. Вероятнее всего, что в центральных областях галактик больше мелкой пыли и сосредоточена она в разреженных облаках. Если считать, что ледяные пылинки размером  $10^{-5}$  см занимают в галактике диск радиусом 1250 пс и толщиной 200 пс, то масса пыли в центральной области галактики NGC 4088 составит  $6 \cdot 10^4$  солнечных. А если учесть, что в центральных областях встречаются и плотные облака, то массу пыли следует увеличить до  $10^5$  солнечных. Во всех остальных галактиках, рассмотренных И. И. Проником, пыли столько же или меньше.

Согласно одной из гипотез, инфракрасное свечение ядер галактик обусловлено пылевыми облаками, которые есть в самих ядрах. Если придерживаться этой гипотезы, то неизбежно следует принять, что пыль выметается световым давлением из ядер галактик в центральные и периферийные области. За  $10^{10}$  лет из ядра нашей Галактики должно вытечь  $10^3$  солнечных масс пыли. Это не противоречит оценкам содержания пыли в нормальных галактиках, полученным И. И. Проником. «Астрономический журнал», 50, 4, 1973.

половина звезд входит в состав пар. Это, по-видимому, объясняется тем, что в паре происходит перетекание вещества с обычной звезды на нейтронную, которое препятствует возникновению радиоизлучения. Однако в такой двойной системе может генерироваться импульсное рентгеновское излучение. Наблюдения подтвердили этот вывод — недавно открыто несколько рентгеновских пульсаров и все они входят в состав пар.

Ясно, что перетекание вещества не должно продолжаться бесконечно. Что будет после того, как оно прекратится? Возможны три варианта: либо магнитное поле из-за падения вещества затухает и радиоимпульс не может возникнуть; либо перетекание вещества идет настолько долго и интенсивно, что образуется коллапсирующая звезда — черная дыра; либо, наконец, вторая звезда взрывается, как Сверхновая, что и приводит к разрыву пары. В последнем случае пульсар должен обладать очень большой скоростью. Анализ распределения пульсаров в Галактике показывает, что их средние скорости (около 100 км) значительно превышают средние скорости звезд. Может быть, это и есть следствие разрыва пары.

Итак, по мере замедления вращения и затухания магнитного поля пульсар должен превратиться в «спокойную» нейтронную звезду, свечение которой происходит только за счет падения на нее окружающего межзвездного газа.

### ПУЛЬСАРЫ И МЕЖЗВЕЗДНАЯ СРЕДА

Открытие пульсаров стало одним из крупнейших достижений современной астрофизики, фундаментальным

вкладом в проблему последних стадий эволюции звезд. Это открытие стимулировало большое число теоретических работ по электродинамике вращающихся намагниченных тел и строению вещества при плотностях, близких к ядерной.

Известно, что пульсары используются для изучения межзвездной среды. Радиоимпульс, проходя в межзвездном веществе, «расщепляется» при взаимодействии с электронами плазмы, поэтому сигнал принимается не сразу во всех диапазонах, а растянут по времени: раньше приходят более короткие волны. Измеряя эту дисперсию сигнала, можно судить о средней плотности электронов в межзвездной среде. В плоскости Галактики она оказалась равной  $0,12$  см<sup>-3</sup>.

Обсуждаются проблемы исследования солнечной короны с помощью просвечивания ее пульсарами. Обсуждается также возможность проверки общей теории относительности по отклонению лучей света и запаздыванию сигнала. Исследование оптических импульсов пульсаров, излучение которых не претерпевает дисперсии, позволило подтвердить с высокой точностью независимость скорости света от частоты. На разных частотах скорость света различается всего лишь на  $10^{-7}$  см/сек.

Богатство и сложность физических явлений, приводящих к феномену пульсара, еще не раскрыты окончательно. По словам академика В. Л. Гинзбурга, «пульсары находятся не только в фокусе интересов астрономии сегодняшнего дня, но, по всей вероятности, останутся в центре внимания еще многие годы и даже десятилетия».



Кандидат физико-математических наук  
П. Р. АМНУЭЛЬ

## Эти странные рентгеновские источники

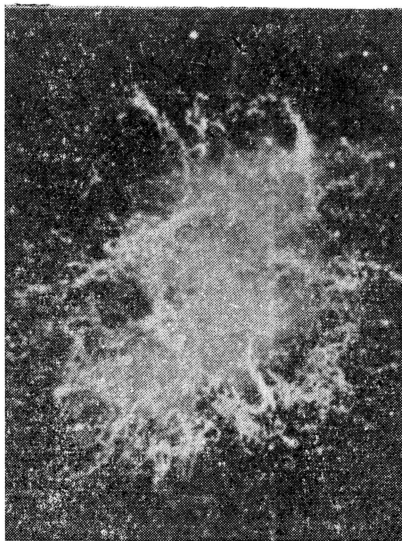
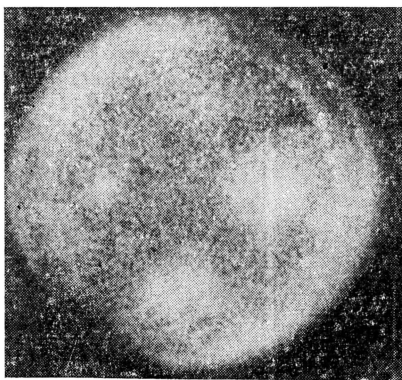
Три точки на карте. Так десять лет назад выглядело небо в рентгеновском диапазоне. Невелика была чувствительность счетчиков, и заметны были только крупные рентгеновские «материки» — Солнце, Крабовидная туманность и странный источник в созвездии Скорпиона.

Не о Солнце сейчас речь. Его излучение очень интенсивно и интересно для исследования, но по крайней мере понятно: в рентгеновском диапазоне светится горячая плазма. С Крабовидной туманностью ситуация сложнее. Это — своеобразный астрофизический музей в созвездии Тельца. И причиной тому — молодость и необычное происхождение объекта. Возраст туманности всего около тысячи лет, и произошла она в результате редкого явления — вспышки Сверхновой звезды. Открытие рентгеновского излучения от Крабовидной туманности не стало сенсацией — его ждали. Но вот 19 июня 1962 года приборы, установленные на ракете «Аэробы», обнаружили яркий рентгеновский источник в созвездии Скорпиона. Тогда и появилась первая строка в списке загадок и странностей «рентгеновского неба».

### ПЕРВЫЕ ОТОЖДЕСТВЛЕНИЯ

Сейчас карта рентгеновского неба похожа на карту островной гряды. По галактическому экватору, вдоль Млечного Пути выстроилось несколько десятков точек-островков. И примерно столько же островков разбросано по всему небу, включая высокие галактические широты. Большая часть точек появилась на карте совсем недавно, после запуска в декабре

Десять лет назад на «рентгеновском небе» Вселенной сияло всего три ярких источника, сейчас их известно около 160. Исследование рентгеновских источников открывает путь к познанию самых необычных объектов релятивистской астрофизики — нейтронных звезд и черных дыр.



1970 года рентгеновского спутника «Uhuru».

Не все рентгеновские источники принадлежат нашей Галактике. Есть и внегалактические, но о них мы поговорим позднее.

Едва на карту неба нанесли первые рентгеновские точки, перед астрофизиками была поставлена задача отождествить их с оптическими объектами, подобрать каждому рентгеновскому источнику оптическую или радиопару. Задача непростая. Рентгеновские счетчики обладают пока не очень высокой разрешающей способностью. Рентгеновский источник зачастую оказывается локализован в области неба, ограниченной целым квадратным градусом, а на такой большой площадке видны десятки необычных звезд, ярких и слабых.

Сейчас можно надежно говорить об отождествлении лишь десяти галактических рентгеновских источников, а всего их наблюдается около сотни.

■  
Фотография Солнца в рентгеновских лучах. Снимок получен с борта советской геофизической ракеты

■  
Крабовидная туманность — расширяющаяся газовая оболочка Сверхновой звезды, вспыхнувшей в созвездии Тельца в 1054 году. Этот уникальный объект — источник радио-, оптического, рентгеновского и, вероятно, гамма-излучения. В Крабовидной туманности открыт пульсар — нейтронная звезда, образовавшаяся в результате вспышки Сверхновой. Пульсар NP 0532 излучает в очень широком спектральном диапазоне — от радио- до рентгеновских волн

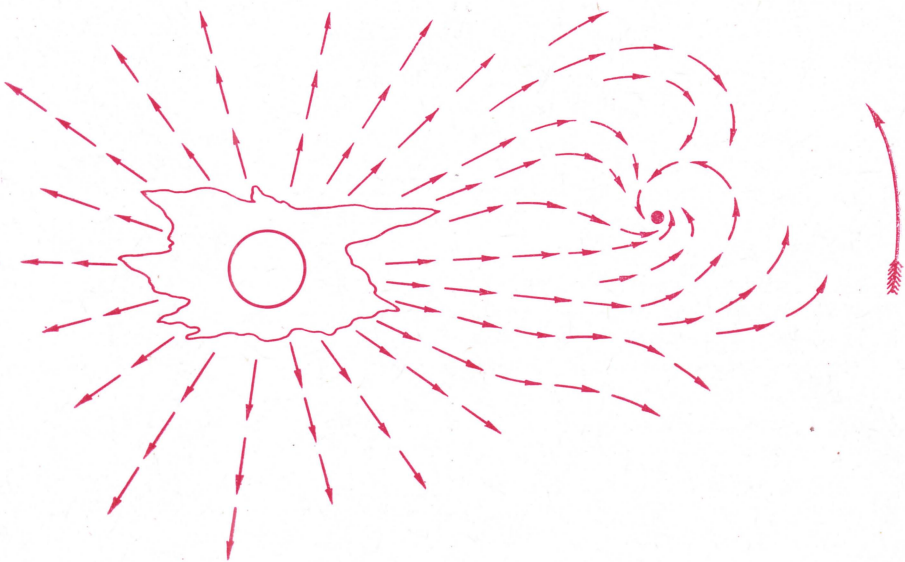
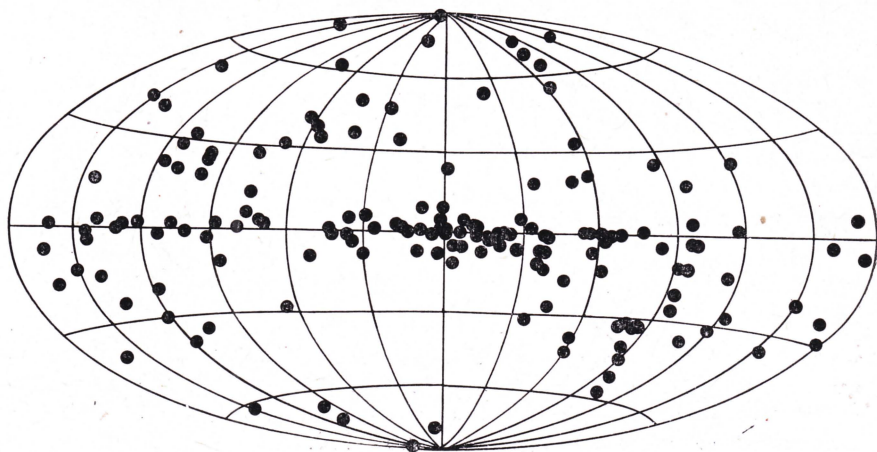


Точную цифру назвать трудно, потому что нет пока надежного критерия, позволяющего отличить галактический источник от внегалактического.

Шесть источников из отождествленного десятка — остатки Сверхновых звезд\*. С ними вопрос более или менее ясен: излучает расширяющаяся оболочка Сверхновой звезды. А четыре других источника отождествлены со звездами: источники Геркулес X-1 и Лебедь X-1 — со звездами обычными, источники Скорпион X-1 и Лебедь X-2 — со звездами необычными.

Открытия эти не принесли астрофизикам успокоения, потому что яснее физическая природа объектов не стала. Вот, например, источник в созвездии Скорпиона. Отождествлен он был в 1966 году, но почти восьмилетняя история его интенсивного изучения так и не дала ответа на вопрос: откуда берется горячая, нагретая до 50 млн. градусов плазма, которая излучает в рентгене? Область рентгеновского излучения чрезвычайно мала, не больше 10 тыс. км. По диаметру рентгеновский источник похож на белый карлик, а по спектру — на давно вспыхнувшую Новую звезду. И еще похоже на то, что внутри излучающей плазмы находится нейтронная звезда или даже черная дыра — об этом свидетельствуют энергетические соображения. А если рассматривать все данные в совокупности, то рентгеновский источник ни на что не похож.

\* Возможно, как показали исследования, проведенные в Шемахинской астрофизической обсерватории АН Азербайджанской Республики, еще четыре рентгеновских источника связаны с остатками Сверхновых. Но эти отождествления еще не доказаны.



И надо сказать, что со Скорпионом X-1 нам еще очень повезло. Источник этот, вероятно, ближайший к нам — расстояние до него около 300 пс. Звездообразный объект, отождествляемый с рентгеновским источником, имеет 13-ю величину. А если бы Скорпион X-1 оказался на расстоянии 4—5 кпс, где, по-видимому, находится большинство других источников? Тогда в рентгене он все еще оставался бы довольно ярким, а вот в оптике звездочка стала бы 18-й или 19-й величины, а то и слабее, если учесть поглощение света в Галактике. И наши надежды на отождествление значительно уменьшились бы.

Другой объект такого же типа —

Современная карта рентгеновского неба в галактической системе координат. На карту нанесен 161 рентгеновский источник

Модель рентгеновского источника Скорпион X-1, предложенная И. С. Шкловским в 1973 году. Источник — двойная система. Одна из звезд относится к вспыхивающим карликовым объектам типа UV Кита, а соседка ее — черная дыра. Во время вспышки звезда-карлик теряет вещество, которое захватывается полем тяжести черной дыры (движение газа показано стрелками). Большая стрелка справа — направление вращения двойной системы. Рентгеновское излучение возникает в газовом диске, образующемся около черной дыры

# ОТОЖДЕСТВЛЕННЫЕ ГАЛАКТИЧЕСКИЕ РЕНТГЕНОВСКИЕ ИСТОЧНИКИ

| Рентгеновский источник | Оптический или радио-объект | Тип объекта                                             | Расстояние, кпс | Переменность                                                                                                 |
|------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Цефей X-1              | Тихо                        | остаток Сверхновой                                      | 5,0             | постоянный                                                                                                   |
| Телец X-1              | Крабовидная туманность      | остаток Сверхновой                                      | 2,0             | постоянный                                                                                                   |
| Корма X-1              | Корма А                     | остаток Сверхновой                                      | 1,8             | постоянный                                                                                                   |
| Паруса X-2             | Паруса X                    | остаток Сверхновой                                      | 0,5             | постоянный                                                                                                   |
| Лебедь X-5             | Петля Лебедя                | остаток Сверхновой                                      | 0,8             | постоянный                                                                                                   |
| Кассиопея X-1          | Кассиопея А                 | остаток Сверхновой                                      | 3,4             | постоянный                                                                                                   |
| Скорпион X-1           | —                           | голубой объект; звездная величина 13                    | 0,3             | в рентгене и оптике флуктуации блеска порядка минут и вспышки                                                |
| Геркулес X-1           | НЗ Геркулеса                | затменно-двойная; звездная величина 13—14,8             | ~5              | в рентгене и оптике пульсации с периодом 1,238 секунды и орбитальный период 1,7 суток                        |
| Лебедь X-1             | HD 226868                   | спектрально-двойная; звездная величина ~9               | ~5              | в рентгене пульсации порядка 0,1 секунды; в оптике пульсации и периодические изменения со временем 5,6 суток |
| Лебедь X-2             | —                           | пекулярный звездообразный объект, звездная величина ~15 | 0,7             | хаотическая переменность порядка суток                                                                       |

Лебедь X-2 расположен на расстоянии 700 пс от Солнца и в оптическом диапазоне виден как звездочка 15-й величины. Этот источник во многом напоминает Скорпиона X-1, но вот странность — в его оптическом спектре ясно видны линии поглощения, присущие заурядной звезде-карлику спектрального класса G. Такая звезда не может сама быть источником рентгена. Значит, излучается рентген каким-то невидимым в оптике телом. Но тогда получается, что Лебедь X-2 — двойная система.

О Скорпионе X-1 тоже говорили, как о двойной системе. Предполагалось, что горячая плазма образуется при перетекании вещества с одной звезды на другую, очень компактную, может быть, нейтронную или на черную дыру. Но эта модель, предложенная членом-корреспондентом АН СССР И. С. Шкловским, не нашла пока подтверждения. А вот источники Лебедь X-1 и Геркулес X-1, наверняка, двойные системы.

## ЧЕРНЫЕ ДЫРЫ?

Идея о двойных системах очень привлекательна, особенно сейчас, когда интенсивно ведутся поиски самых странных объектов во Вселенной — черных дыр («Земля и Вселенная», № 2, 1972 г., стр. 26—29). В последнее время появилась возможность обнаружить черную дыру в двойной системе по ее рентгеновскому излучению. Каким образом?

Представьте, что черная дыра оказалась в паре с обычной звездой. Причем, черная дыра настолько близка к звезде, что с поверхности последней началось истечение вещества.

Вещество это притягивается черной дырой, но не падает на нее сразу, потому что обладает вращательным моментом. И около черной дыры образуется диск из горячего газа. Диск излучает в рентгеновском диапазоне. Этот диск мы и видим. А сама черная дыра погружена глубоко в газ и проявляет себя лишь полем тяжести. По величине тяготеющей массы и можно различить, что находится в глубине: черная дыра, нейтронная звезда или белый карлик. По массе и еще по переменности. Например, рентгеновский источник Центавр X-3 строго переменный, период его равен 4,842 се-

кунды. И никто не говорит, что в этой системе может быть черная дыра, потому что такой период соответствует вращению белого карлика или нейтронной звезды.

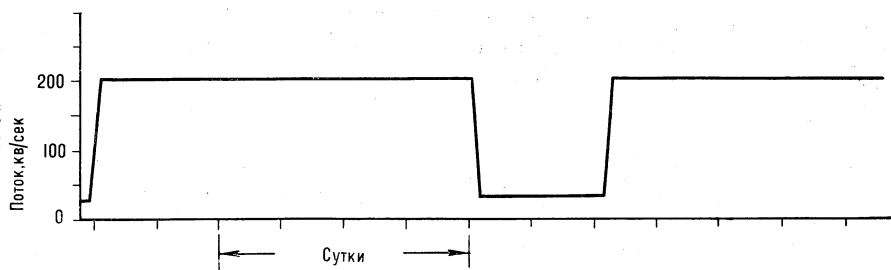
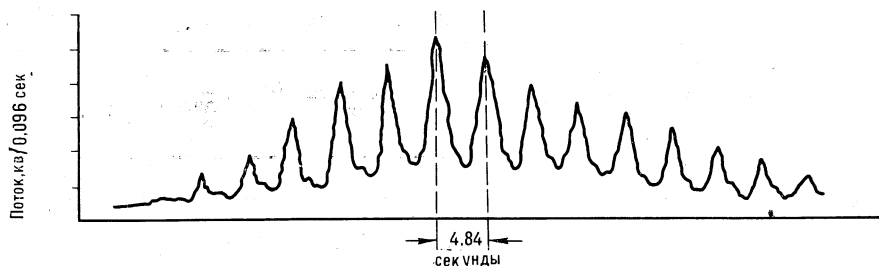
А вот у рентгеновского источника Лебедь X-1 обнаружена очень быстрая переменность — гораздо меньше секунды. Причем, без той строгой периодичности, которая свойственна вращению нейтронных звезд и белых карликов. Но для черной дыры характерна именно такая переменность, возникающая в падающем на черную дыру газе. Это было показано В. Ф. Шварцманом для одиночных черных

дыр и Р. А. Сюняевым для двойных. Так возникло подозрение. Но подозрение — не доказательство.

Летом 1972 года источник Лебедь X-1 был отождествлен, и не с какой-нибудь слабой звездочкой, а со звездой яркой, 9-й величины, сверхгигантом голубого цвета HD 226868, обладающим огромной оптической светимостью (около  $10^{38}$  эрг/сек). Блеск звезды изменяется с периодом 5,6 суток. Были получены спектры и определены лучевые скорости компонент системы. Оказалось, что лучевая скорость звезды-сверхгиганта меняется за половину периода на 74 км/сек, а лучевая скорость невидимой компоненты — на 100 км/сек. Это означает, что сверхгигант тяжелее невидимой компоненты в 1,4 раза. Между тем известно, что масса сверхгиганта спектрального класса B0 колеблется обычно от 12 до 20 масс Солнца. Тогда получается, что невидимая компонента, излучающая в рентгеновском диапазоне, должна быть массивнее Солнца в 8—14 раз. Это слишком много для нейтронной звезды.

Р. А. Сюняев, В. М. Лютый и А. М. Черепашук определили массу невидимой компоненты другим способом, наблюдая сплюснутость звезды-сверхгиганта, которая вызвана вращением звезды вокруг оси и приливными силами, возбуждаемыми массивной невидимой компонентой. Они нашли, что масса рентгеновского источника должна быть больше 7,8 массы Солнца. Итак, черная дыра, наконец, открыта?

Не будем столь категоричны. Во-первых, ограничен материал наблюдений видимой звезды, для уточнения ее параметров нужны новые наблю-



дений. И во-вторых, может быть, неверно само отождествление? Ведь в рентгеновском диапазоне пока так и не обнаружен период в 5,6 суток, свойственный оптической звезде. А это немаловажный фактор. Надежность отождествления источника Скорпион X-1, например, была признана, лишь когда удалось обнаружить связь между изменениями рентгеновского и оптического блеска.

Конечно, нужны дальнейшие исследования. Но как бы то ни было, сейчас Лебедь X-1 — самый вероятный кандидат в черные дыры. Есть еще один подобный источник, расположенный в созвездии Скорпиона и занесенный в каталог под номером 1700-37. С оптическим объектом он пока надежно не отождествлен.

**Пульсации рентгеновского излучения источника Центавр X-3. Период пульсаций 4,84 секунды**

**Переменность рентгеновского излучения Центавра X-3 (без пульсаций). Эта переменность вызвана затмением звезд в двойной системе. Орбитальный период равен 2,078 суток. Резкие падения потока излучения связаны с затмением рентгеновского источника**

Получается, что рентгеновские источники — это вовсе не «просто» излучение горячей плазмы. Почти наверняка в этой плазме находится компактный объект — белый карлик, нейтронная звезда или черная дыра. Обнаружены нейтронные звезды и в остатках Сверхновых — в Крабовидной туманности и в туманности Паруса X. Есть подозрение, что каждая вспышка Сверхновой приводит к рождению нейтронной звезды — пульсара. Об этом говорят работы, проведенные в СССР О. Х. Гусейновым и Ф. К. Касумовым, в Англии — Э. Хьюишем.

## ПЕРВАЯ СТРАННОСТЬ — ДВОЙНЫЕ СИСТЕМЫ

Не так уже много известно пока о рентгеновских источниках. А то, что известно, преисполнено великих странностей, тех самых странностей, которые и приводят к открытиям.

Обнаружены два рентгеновских пульсара — Геркулес X-1 и Центавр X-3. Оба источника — двойные системы. И в этом-то заключается первая странность. Почему радиопулсары все одиночные, а оба рентгеновских входят в двойные системы?

Казалось бы, что тут странного. В рентгеновском диапазоне в двойных





системах излучает газ, который перетекает с поверхности оптической компоненты на нейтронную звезду. Это очень мощный газовый поток, он начисто «забивает» слабые по сравнению с ним выбросы частиц из нейтронной звезды. А именно выбросы и приводят к появлению радиопульсаров. Это верно. Но если в системе нет перетекания вещества, как быть тогда? Ничто уже не мешает нейтронной звезде проявлять себя в виде радиопульсара. Однако радиопульсаров в двойных системах нет.

Что же получается? Либо нейтронная звезда (радиопульсар) вообще не входит в двойную систему, либо входит, но непременно в пару, где происходит перетекание вещества. А между тем среди двойных звезд гораздо больше широких пар и систем, в которых нет перетекания вещества, нет газовых потоков.

## ВТОРАЯ СТРАННОСТЬ — КРУГОВЫЕ ОРБИТЫ

Оба рентгеновских пульсара Центавр X-3 и Геркулес X-1 обращаются вокруг своих «центральных тел» почти по круговым орбитам. Измеренные на спутнике «Uhuru» эксцентриситеты оказались не больше 0,1.

Согласно общепринятому мнению, образование нейтронных звезд сопровождается вспышкой Сверхновой, во время которой выбрасывается большая масса вещества с колоссальной скоростью, до 10 000 км/сек. Работы С. Софии в США, О. Х. Гусейнова и Х. И. Новрузовой в СССР в конце 60-х годов показали, что если Сверхновая вспыхивает в двойной системе звезд, то система может распасться.

А уж если этого не происходит, то силы взрыва, наверняка, хватит, чтобы сделать орбиты звезд очень вытянутыми. Как же быть тогда с круговыми орбитами рентгеновских пульсаров?

Нельзя ли избавиться от этого противоречия? Может быть, мы неправильно понимаем механизм излучения, и в этих системах вовсе нет нейтронных звезд. А может быть, нейтронные звезды есть, но образовались они без вспышки Сверхновой: произошел «тихий» коллапс — звезда схлопнулась, а выброса массы не последовало. Однако «тихий» коллапс очень маловероятен, если вообще возможен. И первые две странности рентгеновской астрофизики пока так и остаются странностями.

## ТРЕТЬЯ СТРАННОСТЬ — ДЕФИЦИТ ИСТОЧНИКОВ

Спутник «Uhuru» обнаружил много слабых рентгеновских источников. И выяснился любопытный факт: среди слабых источников, открытых «Uhuru», не оказалось ни одного переменного. Поток от самого слабого переменного рентгеновского источника в минимуме блеска равен  $8 \cdot 10^{-3}$  кв/см<sup>2</sup>·сек (в диапазоне 2—6 кэв), в то же время самый слабый постоянный источник имеет поток около  $10^{-3}$  кв/см<sup>2</sup>·сек.

Г. Гурский, один из участников эксперимента «Uhuru», объясняет эту странность, введя другую. Он утверждает, что в Галактике вообще нет ни одного переменного рентгеновского источника, светимость которого была бы меньше  $10^{36}$  эрг/сек. Тогда переменный источник, будучи даже на краю Галактики, все же окажется довольно ярким. Получается, что должен существовать нижний предел све-

тимости переменного рентгеновского источника. Почему?

Переменный рентгеновский источник, видимо, возникает вследствие излучения газового диска в двойной системе. Мощность излучения зависит от того, сколько вещества перетекает. Светимость источника составит  $10^{36}$  эрг/сек, если газовый поток переносит в год около  $10^{-11}$  масс Солнца. Это — очень небольшая скорость перетекания. В двойных системах зачастую наблюдаются газовые потоки, переносящие в год  $10^{-6}$  солнечных масс. Скорость перетекания может быть и большой, и малой в зависимости от физических условий в системе. А из утверждения Гурского следует, что либо вовсе нет перетекания, меньшего  $10^{-11}$  масс Солнца в год, либо такое перетекание почему-то не дает рентгена. В противном случае должны наблюдаться слабые переменные источники. А их нет.

## ЧЕТВЕРТАЯ СТРАННОСТЬ — ПОСТОЯННЫЕ ИСТОЧНИКИ

А вот постоянные рентгеновские источники есть и сильные, и слабые. Яркие, без сомнения, принадлежат нашей Галактике. Среди этих источников около десяти остатков Сверхновых звезд. Их физическая природа более или менее ясна. Но какова природа тех двадцати ярких постоянных источников (поток энергии в диапазоне 2—6 кэв больше  $10^{-2}$  кв/см<sup>2</sup>·сек), галактическая широта которых меньше  $20^\circ$ ? Ни один из них не отождествлен. Переменные источники плохо ли, хорошо ли, но отождествляются, а постоянные так и остаются «неопознанными».



В Шемахинской обсерватории группа, возглавляемая О. Х. Гусейновым, провела такое исследование: распределение на небе рентгеновских источников сравнили с распределением всех довольно ярких (каталогизированных) галактических объектов, способных хотя бы в принципе давать рентгеновское излучение. Ведь если какой-то класс объектов ответствен за рентгеновское излучение, то пространственное распределение этих объектов и рентгеновских источников должно быть похожим. Одновременно каждому рентгеновскому источнику подбирались оптическая или радиопара. И что же? Какой бы класс объектов ни выбирался, корреляции не было. Ни со звездами типа Вольфа — Райе, ни с планетарными туманностями, ни с рассеянными скоплениями, ни со звездными ассоциациями, ни с газовыми облаками... — ни с чем.

Не только «неотождествляемостью» отличаются постоянные рентгеновские источники. Они и пространственно иначе расположены, чем переменные. Переменные источники довольно плотно сконцентрированы к плоскости Галактики. Средняя галактическая широта их  $3^{\circ},8$ . А постоянные источники распределены по широтам совершенно иначе, и средняя широта их вдвое больше. Это неспроста. Обычно различие в пространственном распределении небесных тел означает различие в их возрасте и природе.

Разница между постоянными и переменными рентгеновскими источниками станет еще более ощутимой, если мы вспомним слабые постоянные источники, открытые «Uhuru». Правда, пока не ясно, галактические это ис-

точники или нет. Часть их, наверняка, внегалактические, потому что они надежно отождествлены с пекулярными галактиками, скоплениями галактик и квазарами (постоянные внегалактические источники, как видите, вполне можно отождествить!).

Гурский утверждает, что все слабые постоянные источники — внегалактические. Вот как он рассуждает. Слабые рентгеновские источники, действительно, могут быть либо внегалактическими и очень мощными, либо близкими к Солнцу и очень слабыми. Если они близкие и слабые, то те источники, которые оказались далеко, нельзя увидеть раздельно, ибо современные счетчики излучения недостаточно чувствительны. Такие источники внесут свою лепту в наблюдающийся рентгеновский фон. Измеренный в полете «Uhuru» фон был равен  $4,8 \cdot 10^{-3}$  кв/см<sup>2</sup> · сек · град. Гурский и его коллеги подсчитали, что если все слабые постоянные рентгеновские источники находятся в пределах Галактики, то фон от них должен быть около  $7 \cdot 10^{-3}$  кв/см<sup>2</sup> · сек · град — примерно вдвое больше, чем есть на самом деле. Это верно, если все слабые источники — галактические. А если только половина? Тогда и фон окажется близок к наблюдаемому, и заодно постоянные источники будут избавлены от странности, свойственной переменным источникам. В отличие от переменных, постоянные источники бывают и слабые, и сильные — всякие. Правда, принадлежность половины слабых постоянных источников нашей Галактике нужно еще доказать, но путь для этого существует.

В радиодиапазоне у внегалактиче-

ских объектов обнаружена закономерность. Если подсчитать, сколько источников имеет поток излучения больше некоторого  $S$ , то окажется, что число источников  $N$  зависит от потока, как  $N \sim S^{-1,5}$ . Зависимость эта верна не только в радиодиапазоне, она должна выполняться и в рентгене. И она выполняется. Тридцать рентгеновских источников определенно отождествлены с внегалактическими объектами — сейфертовскими галактиками, скоплениями галактик и, по-видимому, квазарами. Если построить для этих рентгеновских источников зависимость их числа от потока, то окажется, что  $N \sim S^{-1,55}$ .

А теперь сделаем такой же подсчет для слабых постоянных источников, которые не отождествлены с внегалактическими объектами (таких источников около 60). Для этих источников зависимость числа от потока имеет вид  $N \sim S^{-0,99}$ . Зависимость эта примерно такая же, как для переменных рентгеновских источников (для них  $N \sim S^{-0,75}$ ), причем подобное распределение вообще свойственно объектам галактического происхождения. Получается, что если среди слабых постоянных неотождествленных источников и есть внегалактические, они по крайней мере не сильно влияют на зависимость «число — поток». Но вот сказать наверняка, какой из источников находится в Галактике, а какой за ее пределами, сейчас нельзя — слишком уж мало мы знаем.

Постоянные рентгеновские источники в Галактике не могут быть обычными объектами — звездами, скоплениями, туманностями. Нельзя объяснить постоянные источники и перетеканием вещества в двойных системах.



Тогда остается принять гипотезу, что открыты какие-то новые объекты, излучающие преимущественно в рентгеновском диапазоне.

Что это за объекты? Одиночные нейтронные звезды и черные дыры, активные именно в рентгеновской части спектра (в отличие от нейтронных звезд — пульсаров, активных в радиодиапазоне)? Может быть. А может быть, и нет. Здесь мы вступаем в область предположений, не основанных на достоверных фактах. Какие тут факты, когда нет ни одного отождествления, не известны сколько-нибудь рентгеновские спектры, не определены расстояния.

#### ПОСЛЕДНЯЯ СТРАННОСТЬ — ВНЕГАЛАКТИЧЕСКАЯ

Пора бы и закончить перечисление странностей рентгеновской астрофизики. Под занавес вспомним еще об одной, на этот раз связанной с внегалактическими источниками.

Рентгеновское излучение наблюдается от нескольких близких и богатых скоплениями галактик, например скоплений в созвездиях Персея и Волос Вероники. Но есть скопление галактик, еще более близкое, самое близкое к нам, в созвездии Девы. Тысячи галактик, а рентгеновского излучения нет\*. А между тем галактики в этом скоплении ровно ничем не отличаются от галактик в скоплении Волос Вероники или Персея. Почему нет рентгена? Не понятно...

Карта «рентгеновского неба» все еще полна белых пятен. Что такое

\* Излучает в рентгеновском диапазоне галактика М 87, входящая в это скопление галактик. Эта галактика — мощный радиоисточник Дева А.

#### ПРИРОДА ВНЕГАЛАКТИЧЕСКИХ РЕНТГЕНОВСКИХ ИСТОЧНИКОВ

Специализированный спутник «Uhuru» открыл несколько протяженных рентгеновских источников, которые были отождествлены с метагалактическими объектами — гигантской эллиптической галактикой NGC 4486, скоплениями галактик в Волосах Вероники, Персее, Центавре и другими. Линейные размеры этих источников различны — от 200 кпс до 2,8 Мпс, а мощность их излучения в диапазоне энергий 2—10 кэВ достигает  $5 \cdot 10^{44}$  эрг/сек.

Член-корреспондент АН СССР И. С. Шкловский рассмотрел возможные механизмы рентгеновского излучения метагалактических источников. По его мнению, это — тепловое излучение горячей плазмы. Согласно оценкам И. С. Шкловского, масса горячей плазмы, окружающей NGC 4486, составляет  $10^{11}$  солнечных, а вокруг NGC 1275 (самый крупный объект скопления галактик в Персее) —  $10^{13}$  солнечных масс. Средняя плотность плазмы равна  $10^{-27}$  г/см<sup>3</sup>.

Откуда берется эта плазма? Поскольку рентгеновский источник,

отождествленный с NGC 4486, почти совпадает по своим размерам с оптическим гало этой галактики, плазма вполне может иметь межзвездное происхождение. Масса этой гигантской звездной системы сравнима с массой среднего скопления галактик. Если горячая плазма действительно образуется в NGC 4486 при эволюции некоторых звезд, то она должна диссипировать в окружающее пространство. Не исключено, что плазма имеет и межгалактическое происхождение. Концентрируясь в области гравитационной «потенциальной ямы», окружающей NGC 4486, плазма может выпадать на центральные части галактики. Возможно, этим процессом объясняется активность ядра NGC 4486.

Если горячая плазма в рентгеновских метагалактических источниках имеет звездное происхождение, то в их спектрах следует ожидать резонансной линии Fe XXVI с энергией 6 эВ. Современные рентгеновские детекторы не способны обнаружить эту линию, но в ближайшем будущем такие наблюдения, безусловно, удастся осуществить.

«Астрономический журнал», 50, 6, 1973.

сотня-две рентгеновских источников по сравнению с бесчисленным множеством звезд, видимых в оптическом диапазоне? А вот странностей в рентгеновской астрофизике вполне достаточно. Их исследование — дело очень увлекательное хотя бы потому, что именно с рентгеновским излучением связывается надежда на открытие самых необычных объектов — черных дыр.

Нужны исследования. Новые данные о координатах, спектрах, расстояниях, о рентгеновских источниках постоянных и переменных. Нужны новые идеи о природе источников. Тогда значительно расширятся наши знания о Вселенной, и то, что сейчас выглядит странным, окажется естественным. Но, наверняка, появятся новые странности.



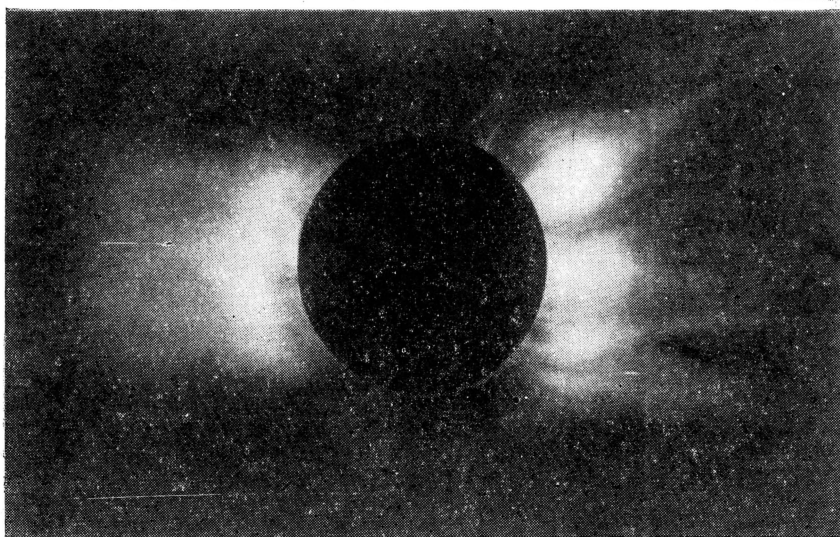
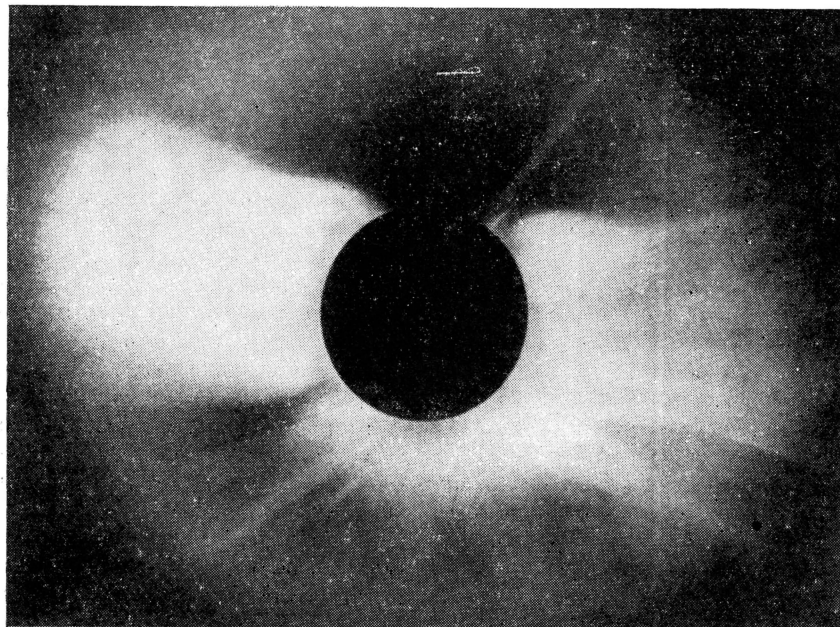


## САМОЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОЕ ЗАТМЕНИЕ

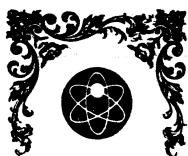
Полное солнечное затмение 30 июня 1973 года было одним из самых продолжительных в нашем столетии. Астрономы задолго начали подготовку к затмению: детально разрабатывалась программа наземных и воздушных наблюдений, усовершенствовалась старая аппаратура, создавалась новая. Многие астрономы наблюдали это затмение в Африке. Советская экспедиция находилась в Атаре (Мавритания), и с результатами ее работы журнал знакомил своих читателей («Земля и Вселенная», № 1, 1974 г., стр. 56—61). Теперь, с любезного разрешения редакции журнала «Sky and Telescope», предлагаем вашему вниманию несколько интересных спектров и фотографий короны, полученных зарубежными астрономами.

Эта фотография сделана в красном свете спустя 23 секунды после начала полной фазы затмения 30 июня 1973 года в Лоленгалани (Кения). Север — вверх. Корону сфотографировали американские астрономы Дж. Фирор, К. Лиллеквист, Л. Ласей, Г. Халл и Дж. Руш через радиальный фильтр. Близ лимба Солнца фильтр уменьшает яркость короны в 1000 раз, поэтому на одном снимке удастся запечатлеть внутреннюю корону и яркие корональные лучи

Солнечная корона 30 июня 1973 года. Фотография получена французскими исследователями Солнца в Моссоро (Республика Чад). На снимке хорошо видны детали внутренней короны: яркие облака к востоку (слева) от лунного диска и большие шлемообразные структуры, ассоциирующиеся с корональными лучами, к северо-западу и западу от диска Луны







ИЗ ИСТОРИИ  
НАУКИ

Академик  
А. А. МИХАЙЛОВ

## Академия наук и развитие отечественной астрономии

Учрежденная указом Петра I от 20 января 1724 года, Академия наук первоначально разделялась на три класса — математический, физический и гуманитарный. Астрономия относилась к первому. Ею особенно интересовался Петр. Он дважды посетил в 1698 году знаменитую Гриничскую обсерваторию, где знакомился с астрономическими наблюдениями и сам участвовал в них. Неоднократно бывал Петр в Копенгагенской обсерватории. Здесь на пассажном инструменте он отмечал момент прохождения звезд через меридиан.

Ко времени учреждения академии в России не было крупных ученых, поэтому первых академиков пригласили из Западной Европы. В их числе уже в 1725 году и начале 1726 года прибыли швейцарские математики Николай и Даниил Бернулли, французский астроном Жозеф Делиль. Тогда же закончилось строительство башни на здании Кунсткамеры в Петербурге, на трех этажах которой разместились многочисленные астрономические инструменты. По словам известного астронома Лакайля, это была одна из наилучше оснащенных обсерваторий того времени.

Делиль занимался в основном определением географических пунктов на обширной территории Европейской и Азиатской России, в частности, определением долгот по наблюдениям спутников Юпитера. Эти работы, а также менее успешные географические определения, выполненные братом Делиля — Людовиком Делиль де ла Кройер, доехавшим до Камчатки, были использованы при составлении «Атласа Империи Российской», изданного в 1745 году.

В мае 1740 года было прохождение Меркурия по диску Солнца, которое Делиль хотел использовать для определения параллакса Солнца. Чтобы наблюдать это явление, невидимое в европейской части России, он выехал в Сибирь, к устью Оби, но по бездорожью добрался только до Березова. Однако из-за пасмурной погоды наблюдения не состоялись.

Помощником Делиля был доцент Лейпцигского университета Г. Гейнзиус, прибывший в Петербург в 1736 году. Но в 1744 году, после крупной ссоры с Делилем, ему пришлось возвратиться в Лейпциг. Немного раньше, в 1731 году, для производства вычислений был приглашен германский астроном Х. Винцгейм. Он составлял также и астрономические календари. Делиль пробыл в России до 1747 года. Вскоре пожар уничтожил обсерваторию с ее инструментами. (В прежнем виде обсерваторию восстановили лишь в 1947 году.) Заведовать отстроенной после пожара обсерваторией стал Х. Винцгейм. Его сменил на посту заведующего известный наблюдатель из Берлина А. Гришов. Сопоставляя свои наблюдения Луны, выполненные на острове Эзель в Эстонии, с аналогичными наблюдениями Лакайля на мысе Доброй Надежды, он получил значение лунного параллакса, лишь на 4 секунды отличавшееся от точного. Убедившись, что в Петербурге условия для астрономических наблюдений очень неблагоприятны, Гришов составил план организации загородной обсерватории, идея которой была одобрена академией, но осталась нереализованной, отчасти вследствие скорой смерти А. Гришова.

В 1761 году, после 122-летнего пе-

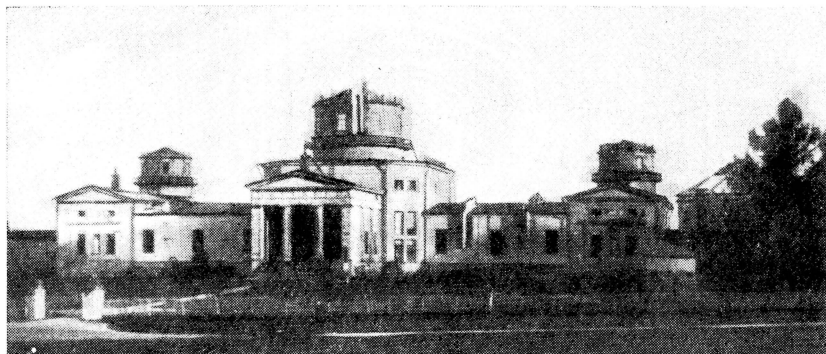
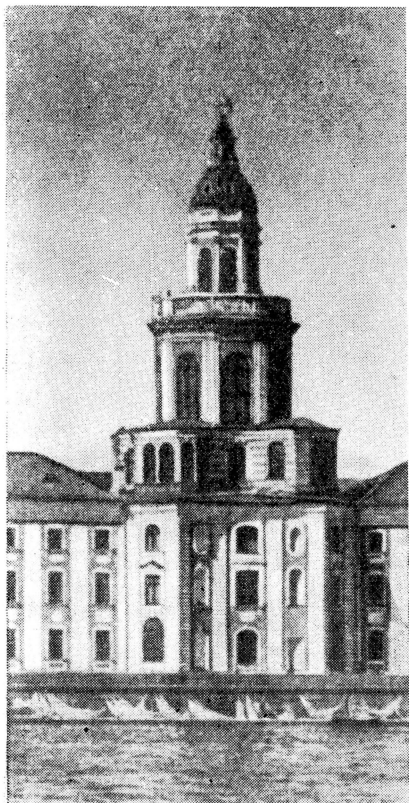
риода, ожидалось прохождение Венеры по диску Солнца. Это явление можно было наблюдать из удаленных друг от друга мест, что позволяло наиболее точным способом определить солнечный параллакс. Российская Академия организовала наблюдения в Петербурге, Иркутске и Селенгинске за Байкалом. Французская Академия тоже снарядила несколько экспедиций, и одну из них в Тобольск. М. В. Ломоносов наблюдал прохождение из своего дома, в Петербурге, и открыл атмосферу Венеры.

Приобретенный опыт позволил гораздо шире организовать наблюдения следующего прохождения Венеры в 1769 году. Русские и иностранные экспедиции были посланы на Кольский полуостров, в Гурьев, Орск, Якутск и даже на Камчатку. В обработке и дискуссии этих наблюдений участвовал знаменитый математик, член Российской Академии наук Леонард Эйлер. Он получил значение солнечного параллакса, лишь на 0,02 секунды отличающееся от современного.

После смерти А. Гришова, в 1760 году, заведение обсерваторией было возложено на С. Я. Румовского, а позднее — на С. Я. Румовского и А. Лекселя. Последний занимался преимущественно наблюдением и вычислением движения комет.

В течение десяти с лишним лет усилия академии и обсерватории были направлены на организацию, проведение и обработку наблюдений двух прохождений Венеры. Затем в их деятельности главное место заняли работы, связанные с определением географических координат населенных пунктов, разбросанных на территории России. Для этой цели наблюдались

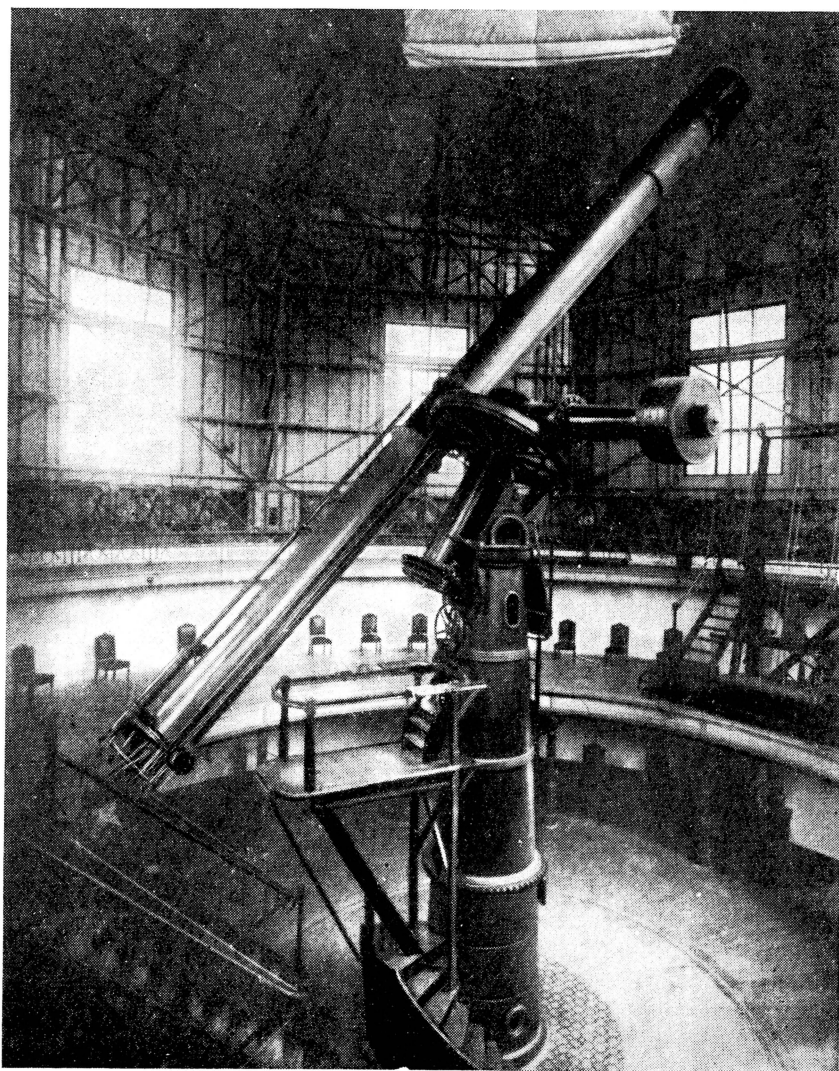




■  
Многоярусная башня Кунсткамеры,  
в которой размещалась обсерватория  
Академии наук (1718—1734 гг.)

■  
Пулковская обсерватория (1887 г.)

■  
30-дюймовый рефрактор Пулковской  
обсерватории (1889 г.)





явления в системе спутников Юпитера, лунные кульминации, покрытия звезд Луной, солнечные и лунные затмения. В результате трудных экспедиционных работ, проведенных плеядой русских астрономов и геодезистов — И. Исленьевым, П. Иноходцевым, А. Красильниковым, физиком Г. Крафтом и другими, Румовский составил список координат 67 пунктов Европейской и Азиатской России. По числу и точности определений астрономо-геодезических пунктов с Россией не могла сравниться в то время ни одна передовая страна Западной Европы. Но и в дальнейшем, вплоть до середины XIX века, Академия наук принимала самое деятельное участие в определении астрономических пунктов, не говоря уже о выдающихся работах по изучению географии обширных областей России и сопредельных азиатских стран.

Тем временем вопрос о строительстве загородной обсерватории оставался открытым, хотя в 1796 году Екатерина II, которой Румовский показывал в английский рефлексор небесные объекты, одобрила мысль о такой обсерватории. Лишь в 1827 году строительство загородной обсерватории вновь обсуждалось академией, а в 1830 году директор обсерватории в Дерпте (ныне Тарту) В. Я. Струве, возвратившись из заграничной поездки по западным обсерваториям, имел аудиенцию у Николая I. Вскоре министру народного просвещения было поручено заняться этим делом, и в 1834 году был утвержден составленный А. П. Брюлловым проект строительства большой обсерватории на возвышенности близ деревни Пулково, в 17 верстах к югу от Петербурга.

Назначенного директором обсерватории В. Я. Струве командировали в Германию для заказа инструментов наиболее искусным механикам — Т. Эртелю в Мюнхене и А. Репсольду в Гамбурге. В августе 1839 года состоялось открытие обсерватории, ставшей известной как Пулковская.

Уже в первые годы своей работы Пулковская обсерватория благодаря превосходным инструментам, высокой квалификации сотрудников и четкому плану исследований выдвинулась на одно из первых мест в мире, а по точности наблюдений не имела себе равных. План работ обсерватории включал уточнение основных астрономических постоянных — прецессии, нутации, абберации и рефракции, определение точных координат звезд для составления фундаментальных каталогов, наблюдение тел Солнечной системы для изучения их движения и строения. Наблюдения двойных звезд, начатые В. Я. Струве в Дерпте, были продолжены вторым директором обсерватории О. В. Струве — сыном ее основателя. Исследования двойных звезд проводились на 15-дюймовом рефракторе, бывшем в течение ряда лет самым большим в мире.

Обсерватория успешно занималась и работами, связанными с картографированием России. Центр главного здания обсерватории пересекал меридиан, от которого исчислялись долготы. В Пулкове проходили практику и стажировались русские геодезисты и гидрографы. В. Я. Струве был инициатором и основным руководителем величайшего в то время градусного измерения дуги меридиана протяженностью 2800 км. Это измерение, для которого Струве изобрел оригиналь-

ный базисный прибор, описано в его классическом труде «Дуга меридиана в 25° 20' между Дунаем и Ледовитым морем», вышедшем в 1861 году, за три года до смерти Струве. Последнюю крупную геодезическую работу — самое северное градусное измерение дуги длиной 4° 12' на Шпицбергене — Пулковская обсерватория выполнила совместно со Шведской Академией наук в 1899—1901 годах.

К своему 50-летию Пулковская обсерватория обогатилась вновь самым большим рефрактором — теперь уже 30-дюймовым, объектив которого сделал А. Кларк (США). Появилась в обсерватории и астрофизическая лаборатория. На рефракторе А. А. Белопольский произвел ряд выдающихся определений лучевых скоростей цефеид и открыл несколько спектрально-двойных звезд.

Третий директор обсерватории Ф. А. Бредихин прославился изучением строения комет и связанных с ними метеорных потоков. Перед Октябрьской революцией обсерватория управлялась О. А. Баклундом, специалистом по небесной механике, исследовавшим загадочное движение кометы Энке.

Фотометрические наблюдения различных небесных объектов выполнял в Пулкове Г. А. Тихов. Он разработал оригинальный метод определения цвета звезд, используя для этого хроматическую абберацию объектива «Бредихинского» астрографа. Позднее Г. А. Тихов стал инициатором новой отрасли науки — астроботаники и даже астробиологии.

По мере развития астрономии Пулковская обсерватория пополнялась инструментами, необходимыми для



работы в новых областях. Так, в 1904 году, вскоре после открытия движения земных полюсов и учреждения Международной службы широты, механик обсерватории Г. А. Фрейберг-Кондратьев закончил изготовление большого зенит-телескопа. Этот инструмент и поныне служит для регулярных определений широты с исключительно высокой точностью.



*Василий Яковлевич Струве — основатель и первый директор Пулковской обсерватории*

С внедрением фотографического метода наблюдений обсерватория получила в 1893 году нормальный астрограф, на пластинках которого в масштабе  $1' = 1 \text{ мм}$  фотографируют участки неба  $2 \times 2^\circ$ . Наблюдения с этим инструментом организовал выдающийся специалист по астрографии С. К. Костинский. Снимки избранных областей неба, звездных скоплений и внегалактических туманностей позволили измерить относительные собственные движения многих звезд и выполнить ряд очень тонких исследо-

ваний, например невидимых спутников, по своей массе похожих на планеты, у некоторых двойных звезд.

В 1927 году в обсерватории был установлен зонный астрограф. На этом инструменте начались фотографические наблюдения близполюсных звезд, вошедших в зонный каталог.

Северное положение Пулковской обсерватории благоприятствовало некоторым астрометрическим исследованиям, позволяя наблюдать много звезд в нижней кульминации. И все-таки для большинства астрофизических работ климат Пулкова с пасмурным небом зимой и белыми ночами летом мало пригоден. В 1908 году Пулково получило южную наблюдательную базу в Крыму, близ Симеиза. Здесь с большим успехом наблюдались малые планеты (более ста были обнаружены впервые), открывались и изучались сотни переменных звезд. Симеизский астроном Г. Н. Неймин открыл пять комет. В 1925 году Симеизское отделение приобрело в Англии прекрасный параболический рефлектор с метровым зеркалом. На нем Г. А. Шайн выполнил многочисленные спектральные исследования звезд и вместе с В. А. Альбициком определил лучевые скорости звезд ранних спектральных классов.

Пулковская обсерватория была академическим учреждением с основания до 1862 года, когда она перешла в ведение Министерства народного просвещения, но в научном отношении ее связь с Академией наук продолжала оставаться самой тесной. Так, для ежегодного обсуждения ее деятельности был учрежден особый комитет под председательством президента Академии наук. Директор об-





серватории, являвшийся, как и некоторые другие сотрудники обсерватории, членом Академии наук, представлял президенту ежегодный отчет. В систему Академии наук обсерватория возвратилась в 1934 году под названием Главной астрономической обсерватории АН СССР.

В 1940 году академия отметила 100-летний юбилей плодотворной научной деятельности Пулковской обсерватории. Во всем мире обсерваторию признали как выдающееся научное учреждение, принесшее славу русской и советской науке. Однако в августе 1941 года обсерватория была вынуждена не только прекратить наблюдения, но и свое существование на Пулковском холме. Сразу же после вероломного нападения на Советский Союз фашистские захватчики подвергли усиленным воздушным бомбардировкам прославленную обсерваторию, а когда вражеские войска приблизились к осажденному Ленинграду, — то и прямому артиллерийскому обстрелу. Лишь часть инструментов и часть обширной библиотеки удалось вывезти и сохранить от уничтожения, но большие инструменты — горизонтальный солнечный телескоп, 15- и 30-дюймовый рефракторы — погибли, удалось спасти только объективы рефракторов. Несколько сотрудников обсерватории умерли в Ленинграде во время блокады от голода. Но еще до победоносного окончания Великой Отечественной войны начались работы по восстановлению обсерватории, все здания которой превратились в развалины. Территория была расчищена от разрывных воронок, траншей и обломков, затем по проекту академика А. В. Щусева началось

строительство главного здания на сохранившихся фундаментах.

В мае 1954 года состоялось официальное открытие восстановленной обсерватории, которая по инструментальному оборудованию и количеству сотрудников стала значительно больше, чем до разрушения. Вместо погибшего 30-дюймового рефрактора установлен новый 26-дюймовый современной конструкции. Помимо ранее существовавших направлений работ — фундаментальной астрометрии, службы времени и широты, фотографической астрометрии, исследований Солнца — создан новый важный отдел радиоастрономии с большим радиотелескопом «веерной» системы. Вместо сожженной во время войны обсерватории в Симеизе, возникла новая большая астрофизическая обсерватория Академии наук СССР в Крыму, близ Бахчисарая. Здесь был установлен солнечный телескоп башенного типа и самый большой в Европе рефлексор диаметром 2,6 м.

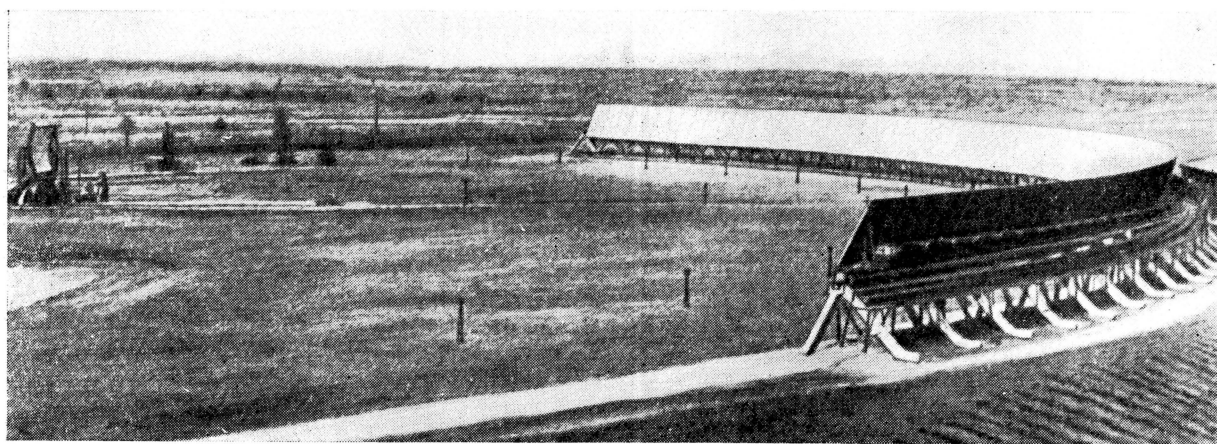
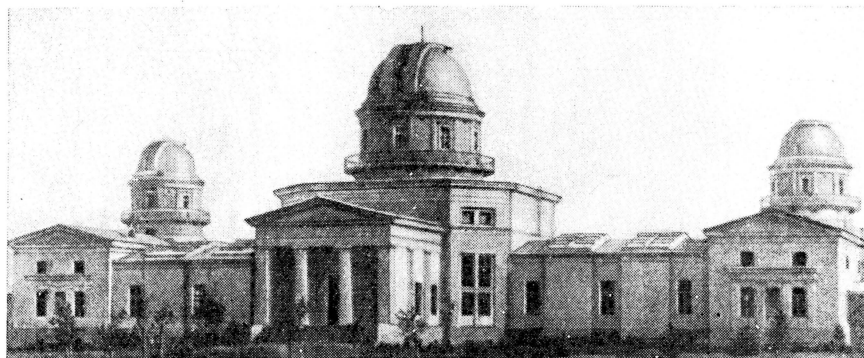
У Пулковской обсерватории появилась специальная Солнечная станция близ Кисловодска, на высоте 2070 м. На станции, оснащенной большим коронографом, фотосферным телескопом и радиотелескопом, ведутся наблюдения Солнца, фотографируется солнечная корона вне затмений. Другой филиал организован в Благовещенске на Амуре, где построена станция для регулярных наблюдений широты при помощи зенит-телескопа. Расположенная почти ровно на  $90^\circ$  по долготе к востоку от Пулкова, станция определяет перемещение земных полюсов в направлении, перпендикулярном к Пулковскому меридиану, так что вместе с пулковскими эти изме-

рения позволяют получить движение полюсов по двум координатам.

Экспедиционная деятельность Академии наук была всегда интенсивной. Уже упоминалось об экспедициях для определения географических координат, наблюдений прохождений планет по диску Солнца, больших геодезических измерений. Многократно снаряжались экспедиции для наблюдений солнечных затмений. На территории Советского Союза обширные наблюдения были организованы 19 июня 1936 года. Затмение астрономы наблюдали во многих пунктах от Северного Кавказа до Дальнего Востока и выполнили, между прочим, новую проверку эффекта Эйнштейна. Посылались экспедиции и в другие страны — Швецию, Бразилию, Китай, Мексику, Мали, Мавританию.

Южное звездное небо изучено астрометристами значительно хуже северного. Поэтому в 1962 году была послана долгосрочная экспедиция в Чили, где пулковские астрономы совместно с чилийскими определили координаты большого числа южных звезд. Фотографические наблюдения проводились на оригинальном менисковом рефлексоре системы Максутава. («Земля и Вселенная», № 2, 1973 г., стр. 16—23.— Ред.) Последние трагические события в Чили прервали совместную с чилийцами важную работу.

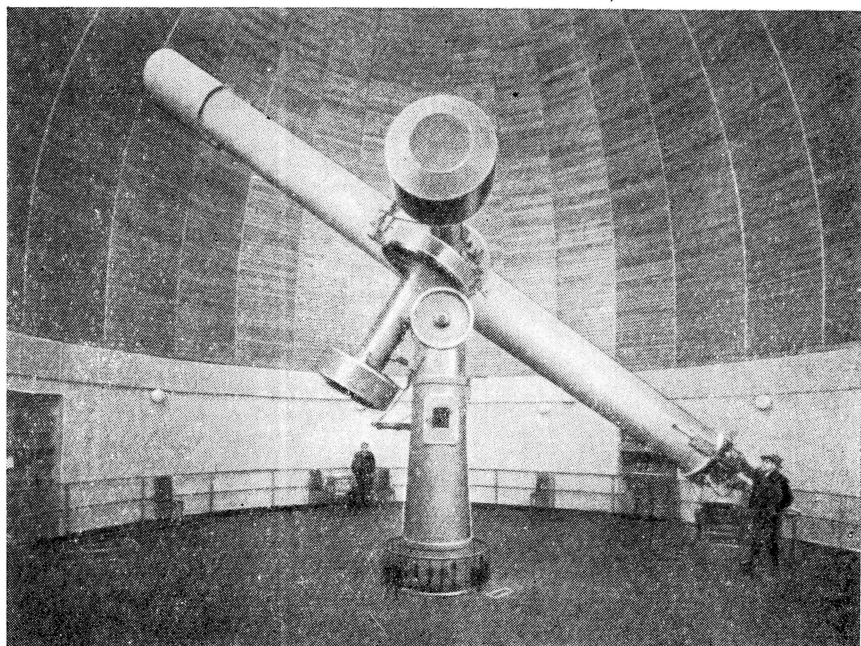
В Пулкове же зародилась мысль о постройке самого большого рефлексора с параболическим зеркалом диаметром 6 м. Чтобы выбрать место для установки такого инструмента, в южные районы СССР были посланы многочисленные астроклиматические экспедиции. И вот на Северном Кав-



■  
Главное здание Пулковской обсерватории (1954 г.)

■  
Радиотелескоп Пулковской обсерватории (1956 г.)

■  
26-дюймовый рефрактор Пулковской обсерватории (1960 г.)





## СПОРЫ ВОКРУГ КВИНТЕТА СТЕФАНА

В 1877 году на Марсельской обсерватории М. Стефан впервые наблюдал четыре близкие друг к другу галактики, одна из которых была двойной. Эту тесную группу галактик впоследствии стали называть квинтетом Стефана. В «Новом генеральном каталоге» (NGC) Дрейера 1888 года галактики квинтета получили номера 7317, 7318а и б (двойная галактика), 7319, 7320. Лучевые скорости первых четырех из них, измеренные в 1956 году, соответственно равны 6736, 6638, 5638 и 6657 км/сек. Лучевая скорость NGC 7320 была найдена лишь в конце 1960 года. Она не превышает 795 км/сек. Возникло подозрение, будто самая большая галактика квинтета — NGC 7320 находится гораздо ближе к нам, чем остальные. Казалось бы, квинтет Стефана следует переименовать в квартет... («Земля и Вселенная», № 2, 1971 г., стр. 46—47.)

Однако не все астрофизики разделяют эту точку зрения. Например, Х. Арп — один из лучших американских наблюдателей, думает, что все галактики квинтета расположены на одинаковом расстоянии от нас (около 20 Мпс), а большие лучевые скорости четырех членов квинтета объясняются некосмологическими причинами\*. По мнению Арпа, объекты квинтета выброшены из спиральной галактики NGC 7331, удаленной от него примерно на 70 кпс.

Последние два года Арп занимался тщательным исследованием квинтета на 5-метровом телескопе и получил ряд аргументов, подтверждающих, как он считает, его выводы. Арп сделал снимки двух галактик квинтета — NGC 7320 и NGC 7318б — в линии водорода H<sub>α</sub>. На них отчетливо видны пятна разной яркости и угловых размеров. По всей вероятности,

\* Значение постоянной Хаббла принимается равным 50 км/сек на 1 Мпс.

казе, близ станции Зеленчукской, на высоте 2300 м возведена башня с вращающимся куполом диаметром 41 м. В ней уже смонтирован телескоп, в ближайшее время будет установлено и зеркало. В Зеленчукской построены лаборатории, мастерская и жилой комплекс. Поблизости сооружается гигантский радиотелескоп верной системы, образующий кольцо диаметром 600 м. Вместе с оптическим телескопом он входит в недавно учрежденную Специальную астрофизическую обсерваторию АН СССР.

Работы в области теоретической астрономии, в первую очередь вычисление и составление астрономических ежегодников, необходимых для астрономии, геодезии, навигации и авиации, изучение движений тел Солнечной системы — малых планет, комет и спутников больших планет — были сосредоточены в созданном в 1919 году в Петрограде Вычислительном институте, позже переименованном в Астрономический институт Наркомпроса РСФСР. В 1939 году это учреждение, ныне Институт теоретической астрономии, перешел в ведение Академии наук. Институт занимается вычислением эфемерид, уточнением астрономических постоянных, связанных с планетными движениями, теорией возмущений и небесной механикой вообще, включая и движение искусственных небесных тел.

Большой вклад в развитие астрономии в Советском Союзе сделал организованный в 1937 году при Академии наук Астрономический совет, планирующий и координирующий деятельность всех астрономических учреждений СССР, независимо от их ведомственной подчиненности. Астро-

номический совет является советским Национальным комитетом Международного астрономического союза, представляя советскую астрономию в этой крупнейшей международной организации\*.

При Академии наук СССР состоит Всесоюзное астрономо-геодезическое общество (ВАГО), образованное в 1932 году из нескольких разобщенных астрономических обществ и кружков. ВАГО насчитывает ныне около 60 отделений в разных республиках, областях и городах Советского Союза, имеет свой печатный орган, издает труды и играет большую роль в формировании научных кадров. Многие видные советские астрономы начинали свою научную деятельность в ВАГО, здесь они приобщались к астрономическим наблюдениям, встречались с учеными, знакомились с различными сторонами научной работы.

Академия наук способствовала развитию науки в союзных республиках, организуя в них свои филиалы, которые вскоре превратились в республиканские Академии наук. При содействии астрономических учреждений Академии наук СССР в союзных республиках создавались национальные центры астрономической науки, известные сейчас во всем мире.

Астрономия в России зарождалась в Академии наук. Благодаря Академии, советская астрономия, развиваясь ныне ускоренными темпами, занимает достойное место в мировой науке.

\* Статья, посвященная Астрономическому совету АН СССР, будет опубликована в следующем номере журнала. (Прим. ред.)

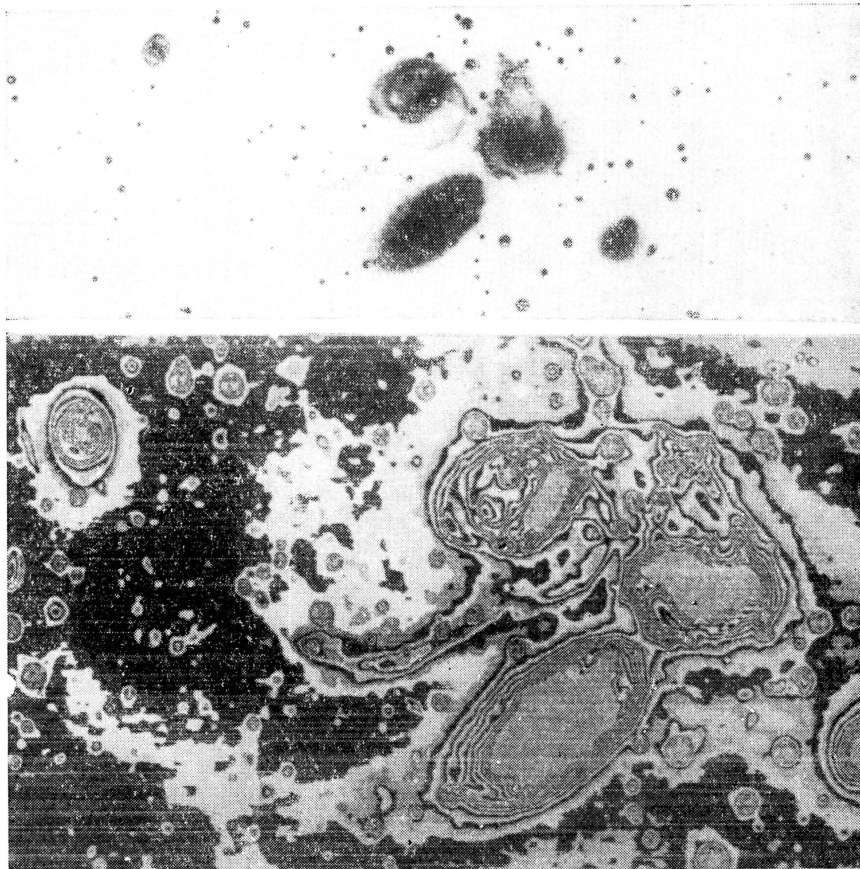


это зоны Н II — области ионизованного водорода вокруг молодых горячих звезд.

Известно, что линейные размеры зон Н II в галактиках одинаковой светимости более или менее постоянны (поперечник 100 пс) и даже в таких гигантских объектах, как туманность Андромеды, не превосходят 600 пс. Если же галактика NGC 73186 находится на расстоянии, соответствующем ее лучевой скорости (140 Мпс), то придется допустить, что размеры зон Н II в ее спиральной ветви достигают 1—3 кпс. Арп считает это невероятным. Он предполагает, что размеры зон Н II в галактиках квинтета одинаковы, и тогда, несмотря на различие их лучевых скоростей, расстояние до них должно быть около 20 Мпс.

Арп попытался доказать связь между членами квинтета и другим способом. После трехчасовой экспозиции на 5-метровом телескопе он получил фотографию квинтета с рекордным разрешением по яркости: 27—29 звездная величина с квадратной секунды! Исследование фотографии на специальном устройстве позволило выявить широкий изогнутый рукав, тянущийся от NGC 7320, как будто бы, в направлении небольшой галактики. Эта расположенная по соседству с квинтетом галактика имеет лучевую скорость порядка 6000 км/сек. Почти параллельно рукаву простираются длинные туманные ветви, связанные с NGC 7319. Все это убедило Арпа в существовании связи между некоторыми членами квинтета. Не претендуя на окончательное решение спора о том, является ли группа галактик, открытая Стефаном, квинтетом, квартетом или даже трио, Арп настаивает, что галактики NGC 7320 и NGC 73186 находятся на одинаковом расстоянии, хотя разность их лучевых скоростей почти 5000 км/сек.

Однако, такое утверждение Арпа преждевременно. Дело в том, что три галактики квинтета — NGC 7319, NGC 7318a и б — относятся к сильно



взаимодействующим. Есть ряд аргументов в пользу того, что условия (плотность газа, скорости и т. п.) в пекулярных и сильно взаимодействующих объектах могут отличаться от условий в нормальных галактиках. А это, в свою очередь, может повлиять и на размеры зон Н II. В некоторых необычных спиральных га-

лактиках области горячего газа достигают в поперечнике нескольких килопарсек. Не исключено, что и в галактике NGC 73186 они столь же велики.

Доводы Арпа относительно туманных рукавов у NGC 7320 и NGC 73186 не очень убедительны. Эти рукава могут быть следствием общего вращения далеких галактик, входящих в квинтет, а случайная проекция одного из рукавов на NGC 7320 не так уж маловероятна.

Есть и еще один аргумент против выводов Арпа, предложенный профессором Б. А. Воронцовым-Вельяминовым. Спиральные галактики малых угловых размеров встречаются довольно редко. Однако, если прав Арп, то три карликовые галактики квинтета — NGC 7319, NGC 7318a и б — образуют тесную группу, что еще менее вероятно.

Итак, споры вокруг квинтета Стефана продолжают.

Кандидат физико-математических наук

Б. В. КОМБЕРГ

Фотография квинтета Стефана, сделанная Арпом (негатив). На оригинальном снимке видны звезды до 24-й величины

Это изображение квинтета Стефана получено после просмотра негатива Арпа на специальном устройстве, отмечающем точки одинакового почернения на фотопластинке с точностью до 0,05 звездной величины. Отчетливо видны длинные светлые рукава, тянущиеся от галактик квинтета



Академик АН УзССР  
В. П. ЩЕГЛОВ

## Астрономическому институту Академии наук Узбекской республики — 100 лет

100 лет назад на территории нынешнего Астрономического института АН УзССР были выполнены первые астрономические наблюдения для определения географической широты места установки меридианного круга. Результаты их опубликованы в XXXVII томе «Записок Военно-топографического отдела». Наблюдения датированы 11 сентября 1873 года, а место их выполнения названо «Ташкентская обсерватория».

В истории Ташкентской астрономической обсерватории — предшественницы Астрономического института АН УзССР — эта дата принимается за начало ее регулярной работы. Обсерватория начала свою деятельность через 8 лет после присоединения к России Ташкента. Она явилась первым научным учреждением на обширной территории бывшего Туркестана, охватывавшего современные Среднеазиатские республики и Казахстан. Ее возникновение было вызвано необходимостью картографического и климатологического изучения огромной, присоединенной к России в результате экспансии русского капитала на восток, территории, которая в научном отношении была в полном смысле terra incognita. Кроме описаний нескольких географических маршрутов, проложенных путешественниками при случайных обстоятельствах, не имелось никаких данных для ее характеристики. Это и явилось причиной организации в Ташкенте Астрономической и физической обсерватории, которая руководила бы созданием астрономической сети для обоснования обширных топографических съемок, необходимых для картографического изучения страны, а также возглавляла

работы метеорологических станций с целью климатологического изучения края.

Инициатива организации астрономической обсерватории принадлежала первому начальнику Туркестанского военно-топографического отдела капитану С. И. Жилинскому (1838—1901). Это был широко образованный человек, окончивший Московский университет, Артиллерийскую академию и геодезическое отделение Академии Генерального штаба. Он же с капитаном К. В. Шарнгорстом (1846—1908), которому предполагалось поручить заведование обсерваторией, выбрал место для нее. Участок составлял около 6 га пустующей земли, примерно в границах территории современного Астрономического института.

Еще в 1872 году были отпущены средства на приобретение за границей астрономических инструментов и метеорологических приборов для оборудования как самой обсерватории, так и организовывавшихся в крае метеорологических станций. В мае 1873 года была закончена постройка первых зданий: зала для меридианного инструмента, башни 6-дюймового рефрактора, дома для астронома. Тогда же при Военно-топографическом отделе была устроена первая в Ташкенте метеорологическая станция, которую в 1876 году перенесли на территорию обсерватории, где она находится и в настоящее время.

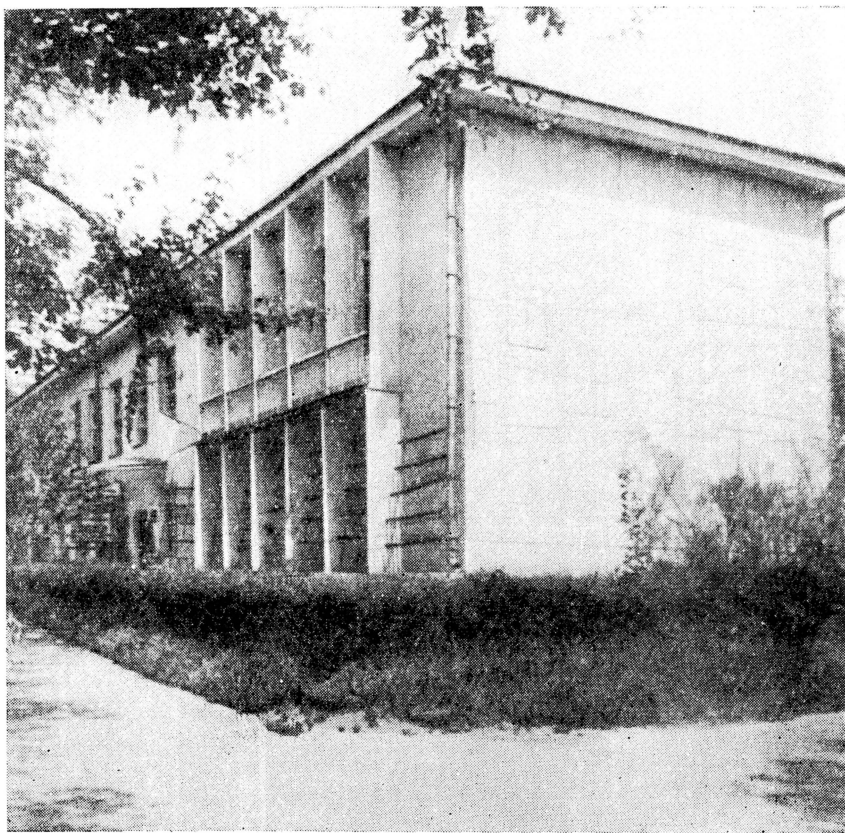
Организационная работа по созданию обсерватории и определению ее научного профиля выполнялась при содействии Академии наук и Пулковской обсерватории. В ней приняли участие выдающиеся русские ученые — астроном О. В. Струве (1819—

1905) и геофизик Г. И. Вильд (1833—1902).

Предполагалось директором обсерватории назначить метеоролога. Но на конференции Академии наук, где обсуждался вопрос о Ташкентской астрономической и физической обсерватории, по настоянию академика Струве было принято решение, согласно которому директором обсерватории должен быть астроном, а не метеоролог. Подыскать сразу соответствующую кандидатуру не представилось возможным, и только в 1880 году эту должность занял капитан И. И. Померанцев (1847—1919) — впоследствии начальник Корпуса военных топографов, профессор Петербургского лесного института. Выполнять все предусмотренные Положением об обсерватории работы должны были заведующий обсерваторией, два его помощника по астрономической и метеорологической части и смотритель обсерватории. На содержание обсерватории, включая оплату наблюдателей метеорологических станций, отпускалось 10 880 рублей 84 1/4 копейки в год.

Приняв уже работавшую в течение семи лет обсерваторию, Померанцев немедленно приступил к монтажу основных инструментов. В первую очередь был установлен 6-дюймовый рефрактор, а в подвале его башни — высокоточные астрономические часы (амстердамской фирмы Ховю). В 1881 году обсерватория была соединена прямым проводом с городской телеграфной сетью. Это делало удобным выполнение телеграфных определений географических долгот. В то же время прямой провод связал обсерваторию с кре-

Столетний юбилей Астрономического института Академии наук Узбекской ССР отмечен правительственной наградой. За заслуги в развитии астрономической науки и в связи со столетием со дня образования Астрономический институт АН УзССР награжден орденом Трудового Красного Знамени. Президиум Академии наук СССР сердечно поздравил коллектив института с высокой наградой и пожелал больших творческих успехов в развитии советской астрономии. К этим поздравлениям присоединяются читатели и редколлегия «Земли и Вселенной». С деятельностью ордена Трудового Красного Знамени Астрономического института АН УзССР журнал уже знакомил своих читателей («Земля и Вселенная», № 5, 1972 г., стр. 42—48). Статья, публикуемая в этом номере, посвящена предшественнице института — Ташкентской астрономической и физической обсерватории.



постью. Надо заметить, что еще в начале работ обсерватории на нее была возложена обязанность оповещать население Ташкента о наступлении местного полудня выстрелом из крепостной пушки. Крепость находилась в 5 км от обсерватории, и офицер-артиллерист ежедневно приезжал в обсерваторию, чтобы проверить свои часы. Однако от граждан города Ташкента стали поступать жалобы, что полуденный выстрел не всегда производится вовремя. Это заставило Померанцева приобрести ручную динамо-машину и соединить ее клеммы с проводом, проходящим через запал крепостной пушки. За несколько минут до полудня динамо-машина приводилась в действие. Астроном смотрел на секундную стрелку и при падении ее на нуль циферблата замы-

кал электрическую цепь, нажимая специальную клавишу. Выстрел производился своевременно, жалобы прекратились. Такой способ проверки времени применялся вплоть до революции, после его заменили радиосигналами.

Значительные трудности встретились при установке меридианного круга из-за сложности подыскания каменных монолитов для столбов, несущих горизонтальную ось инструмента. Лишь в 1881 году на обсерваторию были доставлены блоки красного известняка, из которых и были сделаны столбы. Их установили на выложенный еще в 1872 году фундамент.

Предполагалось, что для установки меридианного круга и рефрактора придет из Гамбурга от фирмы Репсольда, изготовлявшей эти инструмен-

ты, механик. Но академик Струве дал согласие на командирование в Ташкент пулковского механика В. Ф. Гербста, который, как повествует историк, «согласился принять на себя дело установки меридианного круга и других инструментов Ташкентской обсерватории ввиду известности, которую он приобрел бы, исполнив это, условленного с ним значительного денежного вознаграждения и обещанного ему награждения орденом». Однако, несмотря на столь заманчивые перспективы, поездка Гербста в Ташкент не состоялась, и к чести первых работников обсерватории установка инструментов была выполнена собственными силами под руководством Померанцева.

Осенью 1882 года Померанцев выехал в Петербург для заказа новых

инструментов, в частности кометоискателя, а также для подыскания на должность смотрителя обсерватории лица с высшим физико-математическим образованием, так как штат из заведующего и двух его помощников был недостаточен для выполнявшихся в обсерватории работ. Известный русский астроном С. П. Глазенап (1848—1937) рекомендовал на эту должность своего ученика, кандидата Петербургского университета Я. П. Гуляева (1858—1937). Приехав в Ташкент в 1883 году, он связал свою дальнейшую жизнь с обсерваторией. Вторым долготным и наиболее продуктивно работавшим астрономом в дореволюционный период был П. К. Залесский (1850—1916). Назначенный помощником заведующего еще до приезда Померанцева, он оставался в этой должности до конца своей жизни.

После установки основных инструментов обсерватория переходит от случайных наблюдений к систематическим, которые, однако, часто прерываются отъездом ее сотрудников в многочисленные экспедиции, связанные с определением астрономических пунктов. В обсерватории производятся определения времени, исследуются инструменты, наблюдаются солнечные пятна, регулярно выполняются метеорологические и магнитные наблюдения, направляемые в Главную физическую обсерваторию. Большие трудности были связаны с определением географических координат пунктов на территории Туркестана для использования их в картографических работах. Долготы определялись методом перевозки хронометров, а в некоторых случаях — по телеграфу. В них неизменно участвовали заве-

дующий обсерваторией и его помощник по астрономической части.

Долготные определения по телеграфу, как правило, были двусторонними, требовавшими перемены мест наблюдателей и инструментов. При существовавшем тогда бездорожье преодолеть расстояния в сотни и тысячи километров было нелегко. Представление об этом дают следующие строки из письма Д. Д. Геденова (1854—1908) — второго директора обсерватории, сменившего Померанцева в 1890 году. «В середине апреля, — пишет он, — я выехал для определения разности долгот Орск — Оренбург в так называемом «померанцевском» тарантасе. Нужно... сказать, что этот тарантас построен в Казани по чертежам Померанцева для астрономических поездок. Это Левиафан, которого по ровной дороге едза везут 5 лошадей. Подъезжая к Самарканду, тарантас застрял в грязи так, что 8 лошадей и 10 человек не могли не то что сдвинуть, но и пошевелить. В Оренбурге мне и Залесскому до такой степени неблагоприятствовала погода, что вместо двух недель мы работали месяц и все-таки не вполне кончили, так как Залесский заболел. Из Орска я решил вернуться в Ташкент степью, и хорошо сделал, так как на Закаспийском тракте в это время уже открылась холера. Но тут новая неудача: Сырдарья разлилась совсем не в урочное время и так, как никогда, — станции, отстоявшие от нее в 80 верстах, оказались окруженные водой. Почтовый тракт местами вовсе прервался. 150 верст пришлось сделать на вольных, прямо по песчаным барханам, держа путь по Солнцу. Приехали в Ташкент, и одновременно с



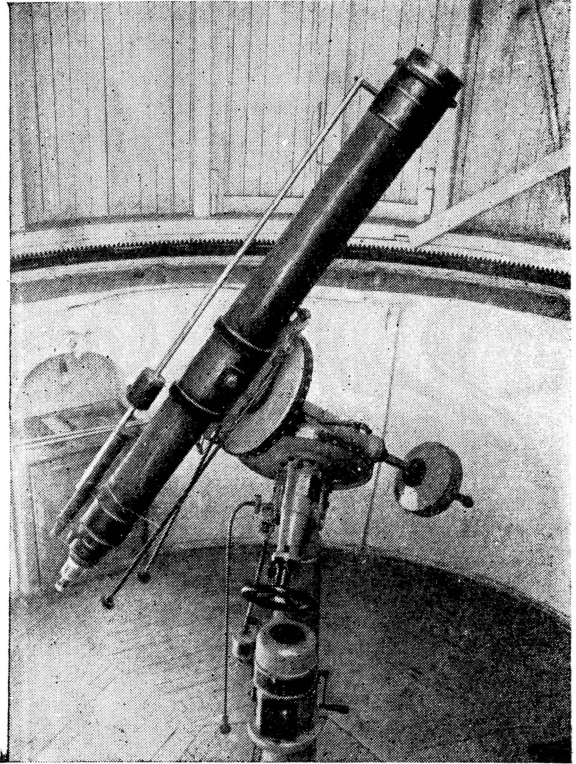
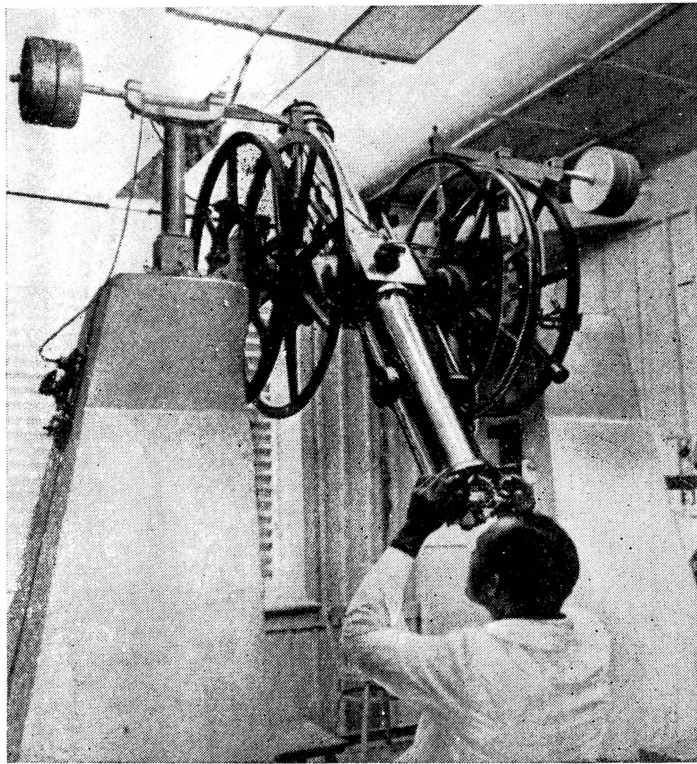
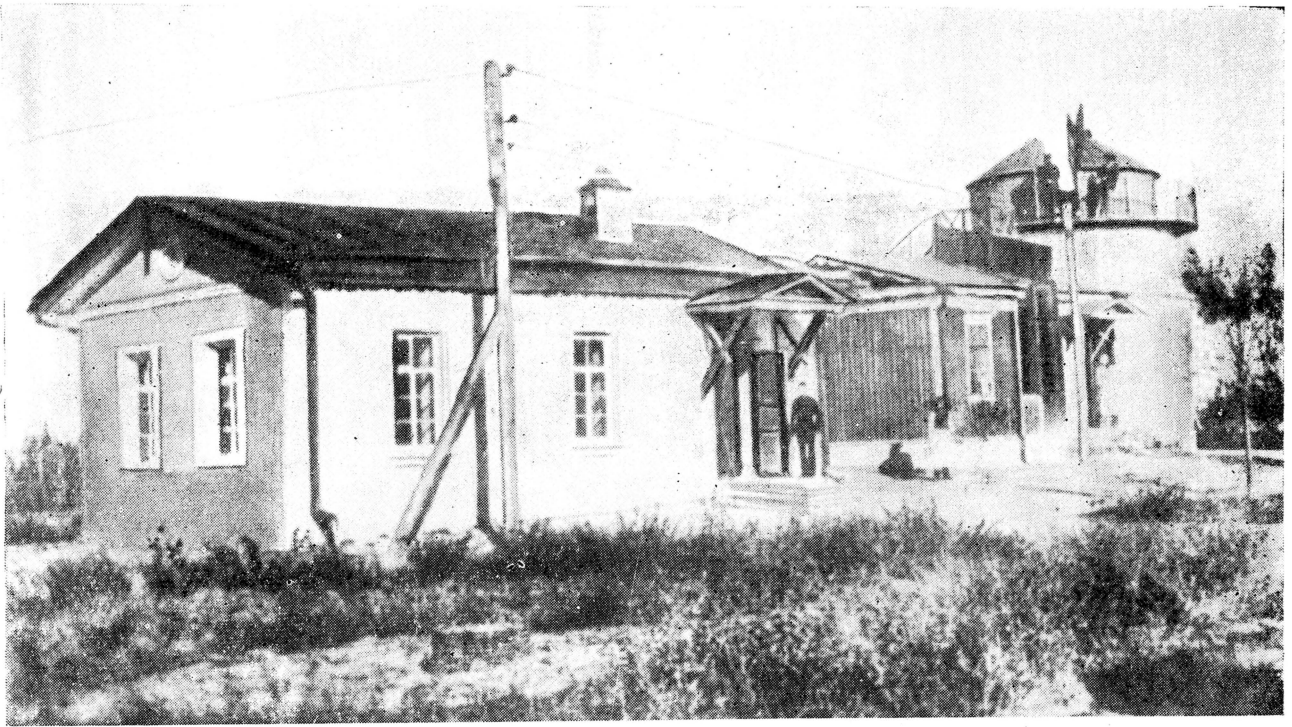
*П. И. Померанцев — первый директор Ташкентской астрономической и физической обсерватории*

*Ташкентская астрономическая и физическая обсерватория. Главное здание (1873—1877 гг.)*

*Меридианный круг, на котором ташкентские астрономы определяли поправки часов, изучали атмосферную рефракцию*

*6-дюймовый рефрактор. Это были первые астрономические инструменты, установленные на Ташкентской обсерватории*





нами, только с другой стороны, приехала туда и холера». Несмотря на крайне тяжелые условия, опорная астрономическая сеть на территории Туркестана была создана. В общей сложности было определено около 850 пунктов, из них 670 приходится на долю Залесского.

Развитие экспедиционной деятельности, связанное с накоплением большого наблюдательного материала, создавало благоприятные предпосылки для научных обобщений. Среди них особое место занимает работа Померанцева «О фигуре геоида в районе Ферганской области» («Записки Военно-топографического отдела», ч. IV, отд. II, Спб., 1897 г.), до сих пор не потерявшая своего значения. Преемник Померанцева на должности заведующего обсерваторией капитан Д. Д. Гедеонов, продолжая развивать основное направление в работах обсерватории по определению астрономических пунктов, проявлял большую заботу о постановке научных исследований в самой обсерватории. Здесь, прежде всего, надо отметить его замечательный труд «Изменение широты Ташкента в 1895—1896 годах» («Записки Военно-топографического отдела», ч. LVIII, отд. II, Спб., 1901 г.). В конце прошлого века вопрос об изменении географических широт был в центре внимания мировой астрономической мысли. В целях подтверждения периодических изменений широты Гедеонов одним из первых произвел непрерывный 14-месячный ряд наблюдений широты Ташкента на зенит-телескопе Ваншафа. Выполненные с замечательной тщательностью наблюдения и их обработка представляют одно из лучших исследова-



П. К. Залеский — астроном Ташкентской обсерватории. Он определил 670 астрономо-геодезических пунктов на территории Туркестана

Д. Д. Гедеонов — второй директор Ташкентской обсерватории

ний данной проблемы в мировой литературе. Деятельность Гедеонова в области изучения изменчивости широты имела свое логическое продолжение. В 1898 году русское правительство согласилось организовать на территории России международную широтную станцию, которая бы систематически изучала изменчивость широт с целью представления о движении полюса Земли. Реализация этого мероприятия была возложена на Ташкентскую обсерваторию. Место станции было выбрано в окрестности Чарджоу, на левом берегу Амударьи. По указанию Гедеонова станция была построена в 1899 году и с 29 августа на ней начались регулярные определения широты, продолжавшиеся до 1919 года.

Большая работа была выполнена Гедеоновым по организации астрофизических и фотоастрометрических исследований и, в частности, по установке в обсерватории нормального астрографа. Этот инструмент был приобретен и установлен в Ташкенте по инициативе знаменитого русского астронома Ф. А. Бредихина (1831—1904). Заботясь о развитии астрофизических исследований в России, Бредихин не мог не оценить прекрасных климатических условий Ташкента и его южного положения и добился установки в Ташкенте одного из отличных для своего времени инструментов. Бредихин же выхлопотал в Министерстве народного просвещения должность астрофизика, уговорив занять ее работавшего в Пулкове В. В. Стратонова (1869—1938).

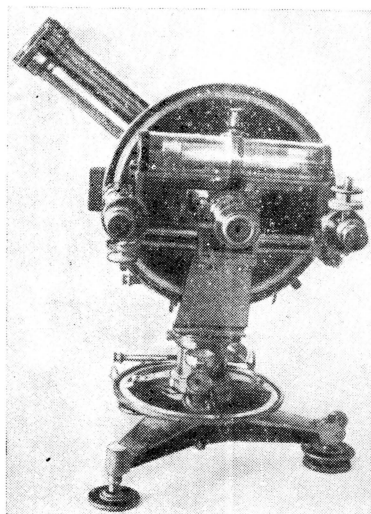
В 1892 году закончилась постройка башни для нормального астрографа. В середине 1894 года инструмент был

готов к работе. Однако регулярные наблюдения на нем начались с апреля 1895 года, по приезду в Ташкент Стратонова.

Исключительное значение имеют усилия Гедеонова в организации сейсмических наблюдений. Вскоре после вступления в заведование обсерваторией Гедеонов, оценивая программу ее работ, писал, что «...в стране, почва которой местами грозит стряхнуть с своей поверхности дела человеческих рук, обсерватория не имеет сейсмографа». Уже в 1892 году обсерватория получила 14 сейсмографов от Русского географического общества, и с этого времени принимаются меры к организации наблюдений с ними в разных местах Средней Азии. Систематические же наблюдения землетрясений начались с 13 июля 1901 года, после постройки сейсмического подвала и получения маятников Репсольда — Цельнера. Организация сейсмических наблюдений в Ташкенте проводилась под руководством Постоянной центральной сейсмической комиссии Академии наук и ее председателя академика Б. Б. Голицына (1869—1916).

В 1900 году Гедеонов покинул пост заведующего обсерваторией и, проработав около года в Кавказском военно-топографическом отделе, возвратился в Ташкент на должность начальника Туркестанского военно-топографического отдела. Оставаясь на этом посту, он до конца своей жизни продолжал оказывать влияние на деятельность обсерватории.

Д. Д. Гедеонов организовал обширные работы по гравиметрическому изучению Туркестана. Он обучил методам определения гравиметрических пунктов своего бывшего помощника



по обсерватории Залесского, снабдив его маятниковым прибором Штернека. Залесский определил на территории Туркестана с 1901 по 1911 год 145 гравиметрических пунктов. Чтобы оценить эту огромную работу, следует сказать, что в дореволюционную эпоху на территории России всего было определено около 400 гравиметрических пунктов. Таким образом, Ташкентская обсерватория по праву должна быть признана пионером в области относительных определений ускорений силы тяжести на территории нашей страны, а Средняя Азия — наиболее изученным в этом отношении районом.

Подводя итоги дореволюционной деятельности обсерватории, мы должны отметить, что хотя ее возникновение связано с завоевательной и колонизаторской политикой царского правительства, деятельность обсерватории была прогрессивной. Она являлась одним из немногих очагов научной мысли и культуры на далеких



*Малый вертикальный круг Репсольда, предназначенный для определения долгот в горных районах. Инструмент изготовлен по чертежам Гедеонова*

окраинах России. Ее работники были организаторами и активными членами Туркестанского отдела Русского географического общества, объединявшего первых представителей интеллигенции в Ташкенте и направлявшего их усилия на всестороннее изучение края, на распространение среди местного населения передовых идей русской научной мысли. Она выполняла большую работу по созданию астрономической опорной сети для обоснования картографических съемок. По количеству определенных гравиметрических пунктов обсерватория занимала первое место среди учреждений, проводивших эти работы в дореволюционной России. Исследования фигуры геоида и изменчивости широты явились ценным вкладом в отечественную и мировую науку. Организация и постановка астрофизических и сейсмометрических работ значительно расширили круг научных интересов обсерватории, ограниченных принятым при ее учреждении Положением.

Создание широтной станции в Чарджоу обеспечило участие русской науки в имеющей большое значение проблеме изучения движения земных полюсов. Наконец, неотъемлемой заслугой обсерватории являются ее работы, связанные с климатологическим и геофизическим изучением края, приведшие к накоплению большого фактического материала.

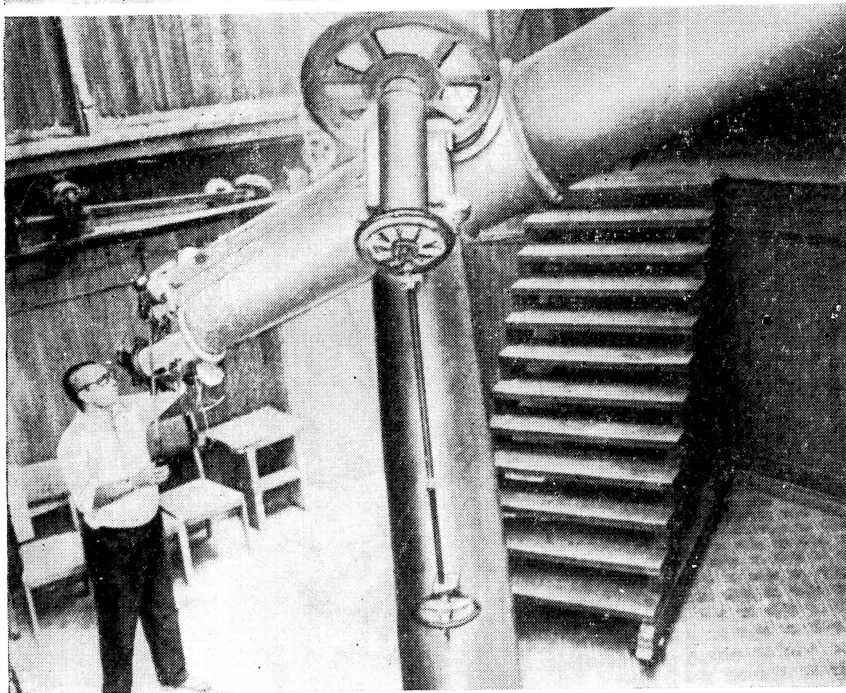
Вместе с тем экспедиционная деятельность обсерватории при малочисленности ее персонала (за все время штат обсерватории пополнился только двумя должностями — астрофизика в 1895 году и сейсмолога в 1911 году) не позволяла в полной мере исполь-





зывать постоянные инструменты обсерватории (меридианный круг, 6-дюймовый рефрактор, кометоискатель), на которых велись лишь случайные работы, не объединенные ясно выраженной целью. Кроме того, выполнение в одном учреждении астрономических и геофизических исследований не способствовало целеустремленному направлению работы. Вопрос о разделении обсерватории на астрономическую и физическую был обсужден в 1912 году специальной комиссией, куда входили академики О. А. Баклунд, Б. Б. Голицын и М. А. Рыкачев. Однако разрешить его удалось лишь после Великой Октябрьской социалистической революции.

Таковы основные этапы развития Ташкентской обсерватории в первый, дореволюционный период ее истории. Второй, послереволюционный период совершенно изменил научные направления и условия развития обсерватории, превратив ее в научное учреждение с ясно выраженной тематикой и целеустремленностью.



■ Башня нормального астрографа Ташкентской обсерватории

■ Нормальный астрограф. На этом инструменте в Ташкентской обсерватории начались астрофизические исследования





## Пути и перспективы развития космонавтики

С 7 по 13 октября 1973 года в Баку работал XXIV конгресс Международной астронавтической федерации (МАФ). Эта федерация, созданная в 1950 году, объединяет национальные научные общества. МАФ содействует развитию астронавтики в мирных целях. Федерация ежегодно организует конгрессы. В 1960 году в рамках МАФ были созданы Международная академия астронавтики и Международный институт космического права. Академия астронавтики объединяет около 500 действительных членов и членов-корреспондентов и 13 почетных членов. Все они специализируются в области естественно-научных дисциплин, техники и медико-биологических исследований. Институт космического права насчитывает 400 действительных членов. Институт следит за преподаванием космического права.

Впервые конгресс МАФ собрался в Советском Союзе, на родине теоретической и практической космонавтики, в стране, имеющей свои давние традиции исследования и освоения Вселенной. Около полутора тысяч советских и зарубежных делегатов и гостей конгресса участвовало в работе пленарных заседаний, секций, конференций, симпозиумов и коллоквиумов. Это был самый представительный форум МАФ. Конгресс прошел в торжественной и одновременно весьма деловой обстановке, превратившись в смотр достижений мировой космонавтики и перспектив ее дальнейшего развития. В общепризнанном успехе конгресса — немалая заслуга советского организационного комитета, руководимого вице-президентом МАФ академиком Л. И. Седовым.

Международная астронавтическая федерация ежегодно созывает конгрессы, на которых обсуждается широчайший круг проблем: от космической навигации — до космической медицины и биологии, от конструкции летательных аппаратов — до юридических аспектов космической практики. Выступления и дискуссии посвящаются и первым идеям, восходящим к эпохе Возрождения, и научному прогнозированию с ближними и дальними перспективами. Но, пожалуй, для четвертьвековой «эволюции» МАФ наиболее характерна растущая от конгресса к конгрессу практическая направленность деятельности и интересов федерации. Именно таким и был XXIV конгресс МАФ, прошедший под девизом «Космические исследования: влияние на науку и технику». Действительно, космонавтика возмужала, она способна давать немалые «дары» земной науке и технике, человечеству, прогрессу.

На конгрессе в Баку было заслушано свыше 350 докладов и сообщений. Один лишь перечень их наименований превысил бы объем нашей статьи. Ограничимся основными идеями и положениями, обратив внимание на перспективы мировой космонавтики, на систему главных тенденций ее развития.

Наряду с традиционными темами — аэродинамикой, биоастронавтикой, вопросами конструкции космических аппаратов, газодинамическими проблемами космических полетов и процессами в реактивных двигателях — на конгрессе обсуждались новые направления космонавтики, которые должны определять ее развитие в ближайшие десятилетия. Разумеется,

направления, только что названные традиционными, не лишены известной доли новизны (если иметь в виду их содержание).

Много внимания уделялось проблемам разработки транспортных космических систем (транспортных кораблей класса «Земля — орбита», буксиров класса «орбита — орбита»). Как известно, такие системы можно применять многократно, что позволяет значительно снизить стоимость эксплуатации космических аппаратов и долговременных пилотируемых орбитальных станций.

В докладах подчеркивалось, что наступает очередной, весьма важный этап в развитии космонавтики, когда значительную часть работы по изучению и освоению космического пространства, исследования Земли из космоса возьмут на себя долговременные обитаемые орбитальные станции. Длительное функционирование таких станций требует создания специальных транспортных космических систем. Напомним, что в настоящее время полезный груз на орбиты доставляют ракеты-носители, которые после выполнения своей функции безвозвратно теряются.

Чтобы обслуживать автоматические спутники, которые становятся все более сложными, а значит и дорогими, необходимо их инспектировать непосредственно на орбите, заменять оборудование и регистрирующую аппаратуру. В самом деле, если на борту дорогостоящего спутника вышла из строя какая-то деталь (ситуация, как показала почти 17-летняя практика космических исследований, весьма реальная), то экономически целесообразно и логически естественно не за-

пускать новый, а послать к старому спутнику транспортный космический корабль, экипаж которого произведет ремонт или заменит вышедшую из строя деталь. В крайнем случае можно заменить спутник новым, а старый отремонтировать на Земле. Напомним, что сейчас срок активного функционирования научного спутника исчисляется, как правило, месяцами или годом, реже — несколькими годами. Инспектирование с помощью транспортных космических систем многократного применения значительно удлинит срок работы спутника. Затраты на выведение спутника при использовании новой транспортной системы снизятся и, следовательно, существенно сократятся расходы на космические исследования в целом. Эти и подобные им вопросы были предметом обсуждения на III Международном симпозиуме по уменьшению стоимости космических исследований, который проходил в рамках XXIV конгресса МАФ.

Специальные транспортные космические системы в будущем позволят создать орбитальные космодромы для межпланетных сообщений. Хорошо известно, что в практике космических исследований околоземные орбиты уже используются как своеобразные стартовые площадки. Именно так выводились на межпланетные траектории советские автоматические станции к Венере и Марсу, американские космические корабли к Луне. Орбитальные космодромы неизбежно потребуют принципиально новой схемы межпланетных сообщений, в которую одним из компонентов войдет транспортная система «Земля — орбита». Проектирование межпланетных



■ Президент Международной астронавтической федерации Л. Наполитано (Италия)

■ Вице-президент Международной астронавтической федерации академик Л. П. Седов (СССР)  
Фото С. В. Кулишова и О. А. Литвина

автоматических аппаратов и пилотируемых кораблей станет качественно отличным от нынешнего. Межпланетный аппарат, возвращаясь к Земле, не опустится на нее, он пришвартуется к орбитальному космодрому. Значит, громоздкая теплозащита межпланетного аппарата и высокая прочность конструкции окажутся излишними, ведь ему не придется испытывать тепловые и динамические нагрузки, связанные с входом в атмосферу.

Весьма перспективны космические буксиры класса «орбита — орбита». Достаточно сказать, что перемещение научных спутников с орбиты на орбиту в ряде случаев значительно расширяет программу исследований.

Живой отклик вызвали на конгрессе доклады, посвященные космическим методам изучения окружающей среды и природных ресурсов Земли. Как известно, воздействие человека на природную среду становится все более активным и глубоким по своим последствиям. Темпы научно-технического прогресса в XX веке приводят к интенсивному использованию природных богатств Земли. Глобальные, порой быстро текущие процессы загрязнения водоемов, рек, атмосферы вызывают весьма нежелательные изменения в природной среде. Поэтому проблема максимального и рационального расходования земных природных ресурсов и одновременного контроля за состоянием биосферы стала чрезвычайно актуальной. («Земля и Вселенная», № 6, 1973 г., стр. 3—13.—Ред.) Как подчеркнул один из крупнейших советских специалистов в области исследования окружающей среды член-корреспондент АН СССР К. Я. Кондратьев, «после проблемы

сохранения мира на Земле проблема природных ресурсов является сейчас одной из важнейших».

Изучение Земли из космоса,— быть может, самое экономичное, а в некоторых случаях и единственно возможное решение названной проблемы. В последнее десятилетие в СССР ведутся планомерные и систематические экспериментальные и теоретические работы по изучению окружающей среды. Наряду с обычными — наземными, самолетными, аэростатными — методами наблюдений применяется научная аппаратура на автоматических спутниках, пилотируемых космических кораблях и орбитальных станциях. Советские ученые внесли весомый вклад в разработку методов космических дистанционных измерений. («Земля и Вселенная», № 1, 1974 г., стр. 38—42.— Ред.) Создано новое научное направление — космическое земледевие. О новейших исследованиях Земли из космоса рассказывали и советские и зарубежные специалисты. В докладе, подготовленном коллективом ленинградских ученых во главе с К. Я. Кондратьевым и космонавтами Г. Т. Береговым, А. Г. Николаевым, В. И. Севастьяновым, Е. В. Хруновым, В. А. Шаталовым, рассмотрена проблема взаимодействия человека с окружающей средой, приведены результаты интерпретации спектрофотометрических изображений Земли, полученных с советских пилотируемых космических кораблей и автоматических спутников. Другая группа ленинградских ученых подготовила сообщение о том, как земная атмосфера влияет на спектральные яркости природных образований и на контрасты при спектрофотометрировании Земли из космоса.



Введенное авторами понятие передаточной функции в системе «атмосфера—подстилающая поверхность» поз-

■  
*Президент Международной астрономической академии Ч. Дрейпер (США)*

■  
*Президент Международного института космического права Э. Пепэн (Франция)*  
Фото С. В. Кулишова и О. А. Литвина

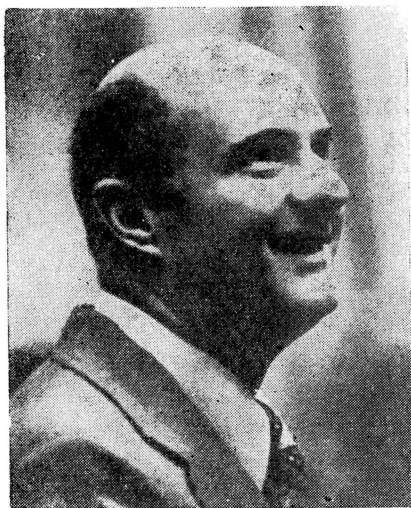
воляет исключать влияние атмосферы на дистанционные измерения.

Американские ученые представили несколько докладов, в которых обобщаются результаты наблюдений со спутника ERTS I. Спутник оборудован регистрирующей аппаратурой, работающей в нескольких спектрах. («Земля и Вселенная», № 1, 1974 г., стр. 43—45.— Ред.)

Ученые Болгарии, Франции, ФРГ, Канады, Японии и других стран рассказывали о применении космических методов наблюдений, обеспечивающих новые успехи в геологии, метеорологии, климатологии.

Оживленные дискуссии вызвали доклады, посвященные различным аспектам технологических процессов в космосе. Первые опыты технологических операций на советских и американских орбитальных объектах показали перспективность проведения промышленных процессов в космической среде. Одно из интереснейших направлений космической технологии — выращивание в условиях невесомости идеальных кристаллов. Ряд производственных операций, хорошо известных на Земле, можно реализовать в космосе более эффективно и экономично, например производство медикаментов. А такие распространенные производственные процессы, как плавление, пайка, литье, выполненные в космосе, дадут новые материалы с уникальными свойствами.

Советские ученые обсуждали проблемы управления технологическими процессами в условиях невесомости. Чтобы перенести технологические операции в космос, требуется большая подготовительная работа в земных лабораториях. Доклад коллектива



■  
Выступает член - корреспондент  
АН СССР К. Я. Кондратьев  
Фото С. В. Кулишова и О. А. Литвина

■  
Командир американского экипажа,  
назначенного для совместного полета  
«Союз» — «Аполлон», космонавт  
Т. Стаффорд на трибуне конгресса  
Фото С. В. Кулишова и О. А. Литвина

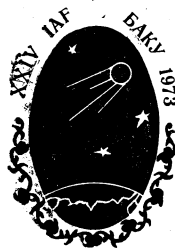
■  
На трибуне конгресса — летчик-кос-  
монавт СССР В. А. Шаталов  
Фото Ю. Рахилия

■  
Летчик-космонавт СССР Г. Т. Бере-  
говой беседует с участниками кон-  
гресса

Фото Я. Халилова

ученых во главе с академиком Б. Е. Патонем касался вопросов исследова-  
ния технологических процессов в ус-  
ловиях, имитирующих космос. Ученые  
США и Франции освещали различные  
стороны проектирования и примене-





ния перспективных орбитальных технологических лабораторий.

Сейчас трудно указать те рубежи, на которые выйдет промышленное производство после создания орбитальных технологических комплексов. Предстоит выявить технический потенциал невесомости. Пройдет немало лет, прежде чем человечество в полной мере сумеет воспользоваться преимуществами и возможностями космической среды. Несомненно одно — крупные промышленные комплексы и научно-технические лаборатории в космосе произведут новую промышленную революцию в истории человечества.

Итак, на конгрессе в Баку обсуждался обширный круг вопросов, которые сводились, по существу, к решению основной задачи: создать материальную основу для жизни и эффективной работы больших коллективов в космосе. Естественно, что этому решению будет предшествовать выяснение многих частных вопросов, относящихся к возможностям и ресурсам человеческого организма. В ряде докладов, заслушанных на секции биоастронавтики, подчеркивалось, что в центре внимания этой отрасли космонавтики находится изучение условий длительного пребывания человека в космическом пространстве. Проводятся и будут проводиться исследования последствий продолжительного воздействия невесомости, радиации. Необходимы дальнейшие работы по выбору и проверке оптимальных систем жизнеобеспечения.

Очень важен комплекс психологических и социологических проблем общения между членами коллективов, находящихся вне Земли, в условиях

автономности действий и длительной изоляции от привычных условий. Подобно имитации на Земле некоторых физических условий космического пространства, определенную аналогичную социолого-психологической обстановки в космосе составляют некоторые некосмические опыты по созданию условий жизни и общения людей. Полезную информацию получили после двух плаваний на папирусных судах «Ра» под руководством известного ученого и путешественника Т. Хейердала. Об этих экспедициях рассказал на конгрессе их участник Ю. А. Сенкевич. Особенность обоих путешествий — интернациональный состав экипажей. Поэтому к факторам авторитета, опыта, эмоциональной зрелости, которые весьма важны в подобных «космических имитациях», добавлялись факторы языкового общения, этико-национальных особенностей и традиций. Исследования подобной усложненной обстановки представляются весьма ценными для будущих коллективов людей, которым предстоит работать в ближнем и дальнем космосе.

Своеобразным итогом научно-технических достижений космонавтики сегодняшнего дня, подведенном на конгрессе, служит единодушное мнение ученых о том, что человечество уже в наше время в состоянии создать международную обитаемую лабораторию на околомарсианской орбите. На первом этапе решения этой проблемы прототипом грядущих международных коллективов вне Земли станет совместный полет советских и американских космонавтов на кораблях «Союз» и «Аполлон».

Практика коснулась теперь и тео-

ретических в недавнем прошлом сфер знания и поисков. На XXIV конгрессе МАФ подчеркивалось, что межзвездная навигация, которая последует за околоземной и межпланетной, потребует углубленного исследования свойств пространства и времени, гравитационного излучения, релятивистских эффектов. Американские ученые рассказали об экспериментах по проверке теории относительности, выполненных на космической станции «Маринер-9» во время ее обращения на околомарсианской орбите. Исходными данными послужили измерения отрезков времени с субмикросекундной точностью. Принятые на Земле данные обнаруживали влияние скорости движения сигналов к Земле на ход времени, измеренного в определенном масштабе.

На конгрессе ученые отмечали, что проблема существования внеземных цивилизаций из чисто умозрительной также превращается в практическую проблему конкретных поисков, создания соответствующей аппаратуры, выработки методики. В докладе известного советского радиоастронома В. С. Троицкого за один из надежных критериев обнаружения разума во Вселенной принято спорадическое радиоизлучение, аналогичное излучению, которое существует в околоземном пространстве и вызвано, в частности, работой десятков тысяч радио- и телевизионных передатчиков.

Участники конгресса много внимания уделяли социальным аспектам космонавтики, особенно проблемам космического права. Ряд ученых-правоведов констатировали феноменальное явление в международном праве: сейчас создается правовой фундамент

## Внеочередная Генеральная ассамблея МАС

не только для существующей, но и для будущей практической деятельности в космосе. Юристы стремятся выработать нормы, обеспечивающие мирное освоение космического пространства. Эти нормы по мере прогресса практической космонавтики конкретизируются с каждым годом.

Рассматривались также правовые аспекты работы спутников-ретрансляторов и спутников изучения природной среды и земных ресурсов. Эти спутники как бы отражают два развивающихся направления прикладной космонавтики. Оба направления в наибольшей степени затрагивают интересы народов и государств, поднимают проблемы суверенитета, уважения национальных традиций и культур, формирования личности: Принципы гуманизма и социального прогресса, внедряемые в космическую практику человечества, должны создать общий благоприятный социальный и психологический климат во всей гигантской системе «Земля — космос».

XXIV конгресс МАФ убедительно показал, что космонавтика — одна из наиболее быстро развивающихся отраслей человеческого знания и практики. Результаты космических исследований все шире применяются для удовлетворения нужд человечества. Уже в ближайшем будущем космонавтике предстоит решать грандиозные задачи, что способна сделать лишь земная цивилизация в целом. Поэтому так ценно международное сотрудничество ученых, плодотворность которого была убедительно и ярко продемонстрирована на конгрессе в Баку.

С. А. НИКИТИН,  
Ю. А. ШКОЛЕНКО

Внеочередная, или, как ее называли в официальных документах, экстраординарная Генеральная ассамблея Международного астрономического союза проходила 4—12 сентября 1973 года в Польше. Она была посвящена 500-летию со дня рождения великого польского астронома Николая Коперника.

Торжественное открытие ассамблеи состоялось 4 сентября в Варшаве, во Дворце науки и культуры. На заседании с большой речью выступил Председатель Совета Министров ПНР Петр Ярошевич. Он подробно остановился на мероприятиях, осуществляемых правительством Польской Народной Республики по развитию науки в стране и сообщил, что в ознаменование юбилея Коперника решено расширить радиоастрономические исследования в Торуньской обсерватории, а также создать вблизи Варшавы коперниканский научный центр — Международный институт научных исследований по астрономии. Сюда смогут приезжать на один-два года ученые различных стран для проведения теоретических исследований по актуальным проблемам современной астрономии. На торжественном заседании выступили также президент Польской Академии наук В. Тшебятовский, президент МАС профессор А. Гольдберг (США), вице-президент МАС действительный член Академии наук Польши В. Ивановска и другие.

Во второй половине дня 4 сентября для всех участников ассамблеи председатель комиссии МАС по истории астрономии профессор О. Гингерич (США) прочитал лекцию о роли Николая Коперника в развитии астрономии. Лекция сопровождалась показом

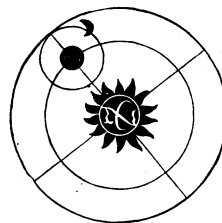
интересного иллюстративного материала, в ней подробно излагались этапы жизни и деятельности Коперника, подчеркивалось то влияние, которое оказали его работы на развитие астрономических исследований.

С 5 по 12 сентября в Варшаве, Кракове и Торуні работали пять научных симпозиумов МАС: № 62 «Устойчивость солнечной системы и малых звездных систем» (Варшава, 5—8 сентября; председатель оргкомитета Ю. Козаи, Япония); № 63 «Сопоставление теории и наблюдений в космологии» (Краков, 10—12 сентября; председатель оргкомитета Я. Б. Зельдович, СССР); № 64 «Гравитационное излучение и гравитационный коллапс» (Варшава, 5—8 сентября; председатель оргкомитета А. Траутман, Польша); № 65 (совместно с КОСПАР) «Исследование планетной системы» (Торунь, 5—8 сентября; председатель оргкомитета П. Сфингс, Бельгия); № 66 «Поздние стадии эволюции звезд» (Варшава, 10—12 сентября; председатель оргкомитета А. Г. Масевич, СССР). Кроме того, в Торуні с 7 по 12 сентября проходил Международный коперниканский коллоквиум, организованный МАС совместно с Международным союзом истории и философии науки (председатель оргкомитета Е. Буковский, Польша).

На ассамблее, кроме уже упомянувшейся лекции О. Гингерича, были прочитаны еще три лекции: «Физика межзвездной материи» Г. Филдом (США), «Ядра галактик» В. А. Амбарцумяном (СССР) и «Инфракрасное излучение небесных тел» Ф. Лоу (США).

Помимо официальных мероприятий состоялись многочисленные научные и дружеские встречи участников ас-

## «Colloquia Copernicana»



самблеи. Во Дворце науки и культуры в Варшаве были организованы выставки и экспозиции, знакомящие с развитием науки, культуры и промышленности Польши. Выставки, посвященные Николаю Копернику, экспонировались в Кракове и Торуне.

Польский оргкомитет, возглавлявшийся профессором Ю. Смаком, провел очень большую работу по подготовке и проведению чрезвычайной ассамблеи МАС. Несколько необычная для традиционных ассамблей МАС организация чрезвычайной ассамблеи — отдельные симпозиумы и обзорные лекции по актуальным проблемам современной астрономии, проводимые в разных городах, — полностью себя оправдала. Как правило, участниками симпозиума были специалисты, активно работающие в той области науки, вопросы которой решал симпозиум. На заседаниях каждого симпозиума зачитывался обзорный доклад по рассматриваемой проблеме и проводилась широкая дискуссия. Не было обычной утомляющей вереницы отдельных докладов, часто уже опубликованных или повторяющих друг друга. Все это позволило сделать заседания интересными, привлечь к дискуссии максимальное число участников. И даже то, что симпозиумы, посвященные различным проблемам астрономии, проходили в разных городах, имело свои преимущества, так как удалось в более спокойной обстановке обсудить с коллегами отдельные важные вопросы.

По мнению участников чрезвычайной ассамблеи, встреча астрономов в Польше прошла успешно и плодотворно.

**Профессор  
А. Г. МАСЕВИЧ**

«Colloquia Copernicana» — один из заключительных аккордов в симфонии юбилейных торжеств на родине великого астронома. Коллоквиум проходил в Торуне, старинном польском городе, расположенном на берегу красивой Вислы. Здесь 500 лет тому назад, 19 февраля 1473 года, родился Николай Коперник — будущий реформатор астрономии и основоположник современного естествознания.

Многое в этом городе связано с именем Коперника: и трехэтажный в готическом стиле дом на улице Николая Коперника (раньше — улица св. Анны), где родился астроном, и костел св. Яна, где в сохранившейся до наших дней купели его крестили, и монументальное здание ратуши на Рыночной площади Старого города, где заседал в городском суде его отец. «Коперник» — так называется кондитерская фабрика, на которой в деревянных формах XVII века выпекают знаменитые торуньские пряники. Имя Коперника носит и Торунский университет, завоевавший добрую славу несмотря на свою «молодость». За последние два года университет расширился: выстроены здания библиотеки, студенческого общежития, большого актового зала с прекрасной акустикой. В университете и работал Международный коперниканский коллоквиум.

Подготовка к коллоквиуму началась задолго до юбилейного года. В 1965 году при Международном союзе истории и философии науки был создан «Комитет Николая Коперника», в который вошли 32 представителя 19 стран; от Советского Союза — академик А. А. Михайлов, академик АН ЛитССР П. В. Славенас и кандидат

технических наук З. К. Соколовская. Председателем комитета был назначен профессор Е. Буковский из Польши, секретарями — доктор Ж. Равец из Великобритании и доктор Е. Добжицкий из Польши. Позднее, когда Международный астрономический союз (МАС) решил провести в 1973 году в Польше чрезвычайную ассамблею, посвященную 500-летию юбилею Николая Коперника, работу комитета стали курировать оба международных союза и ЮНЕСКО.

В августе 1972 года собравшийся в Варшаве комитет обсудил детальный план проведения «Colloquia Copernicana», его научную и экскурсионную программы. По пути в Торунь, где должно было проходить заключительное заседание, члены комитета посетили места, связанные с жизнью и деятельностью Коперника. Они проехали по «Коперниковскому шляху» — через Ольштын, Лидзбарк и Фромборк. Во всех этих городах, как и в Торуне, велись большие реставрационные работы — Польша готовилась к «году Коперника».

В начале сентября 1973 года в Варшаве собрались астрономы всего мира для участия в чрезвычайной ассамблее Международного астрономического союза и коперниканском коллоквиуме. 4 сентября во Дворце науки и культуры состоялось открытие ассамблеи. После торжественной церемонии президент Комиссии МАС по истории астрономии профессор О. Гингерич выступил с интересным докладом «Астрономия и космология Коперника».

Утром 5 сентября участники «Colloquia Copernicana» отправились в путешествие по «Коперниковскому шляху».

ху». В тот же день в Ольштыне — столице Мазурского поозерья, в новом планетарии состоялось открытие коперниканских торжеств. Академики Я. Грашковский и К. Смоленский, профессора Б. Леснодорский и Д. Нидэм тепло приветствовали участников коллоквиума.

В Ольштынском замке, построенном в первой половине XIV века, находится музей Коперника. Коперник жил в Ольштыне около четырех лет и оборонял его от нападений рыцарей Тевтонского ордена. На стене галереи замка сохранилась астрономическая таблица для определения положения Солнца, созданная Коперником, в музее бережно хранится книга из его личной библиотеки и собрана одна из наиболее полных в Польше коллекций коперниканских памятных медалей.

На следующий день участники коллоквиума осмотрели музей в прекрасно реставрированном Лидзбарском замке — бывшей резиденции епископа вармийского. Здесь Коперник прожил около девяти лет, исполняя обязанности лекаря и секретаря своего дяди — епископа Луки Ваченроде.

Путешествие по «Коперниковскому шляху» завершилось посещением Фромборка. Почти 30 лет жизни Коперника прошли в этом городке на севере Польши, здесь создал он свой бессмертный труд «О вращениях небесных сфер», здесь же, во Фромборкском соборе, он и похоронен. У подножья кафедрального холма в «год Коперника» воздвигнут величественный монумент — шестиметровый памятник Николаю Копернику работы известного польского скульптора М. Вельтера.



7 сентября 1973 года в большом зале библиотеки Торуньского университета состоялось открытие «Colloquia Copernicana». В его работе приняли участие представители 27 стран мира. Программа коллоквиума включала четыре симпозиума: «Астрономия и ее основы», «Человек и космос», «Восприятие гелиоцентрической теории», «Коперник и развитие точных и гуманитарных наук». На симпозиумах с докладами выступали известные советские ученые. С интересом были встречены доклады академика А. А. Михайлова «В поисках доказательств движений Земли» и академика Л. И. Седова «Идеи Коперника и развитие механики». К сожалению, доклад академика Б. М. Кедрова «Философское значение открытия Коперника» не состоялся из-за болезни докладчика.

■  
*Памятник Николаю Копернику в Торунни*

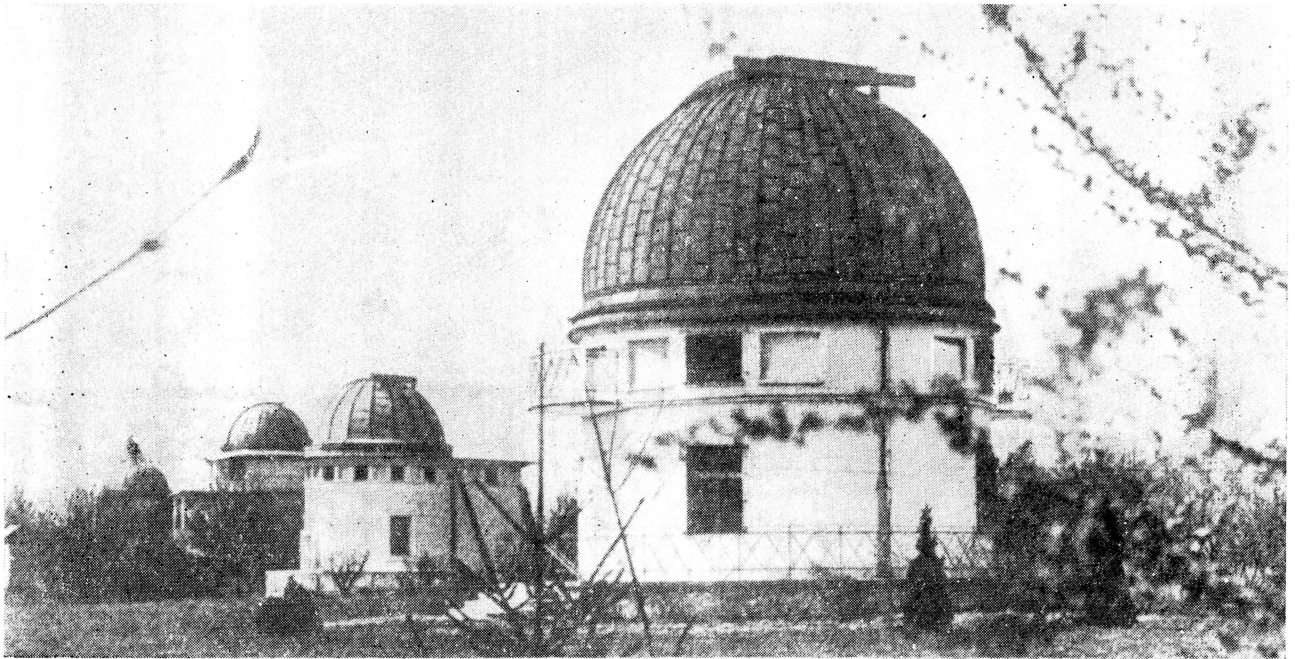
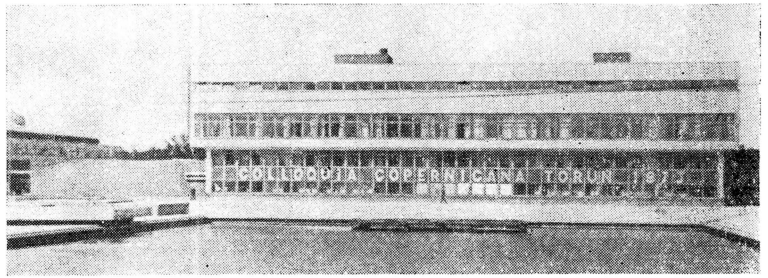
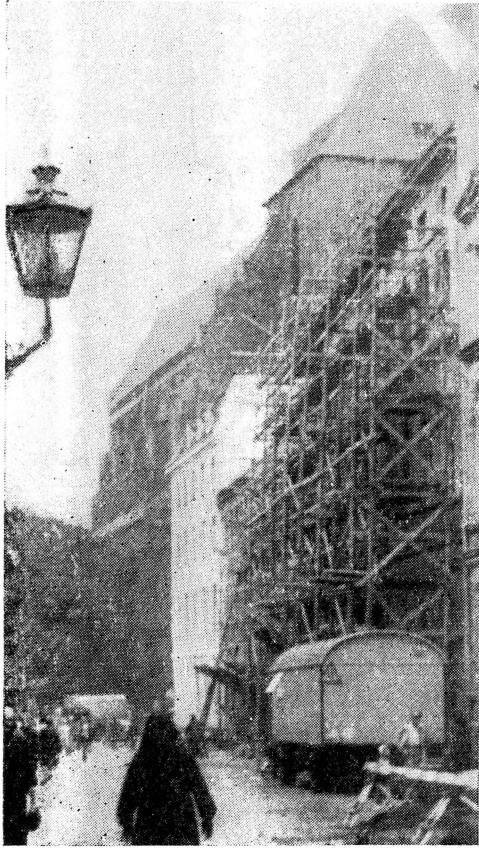
■  
*Торунь, август 1972 года. Польша готовится к «году Коперника»*

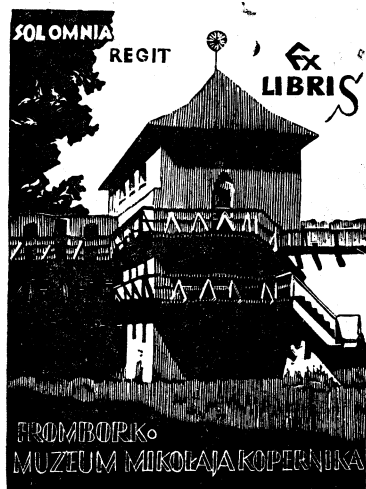
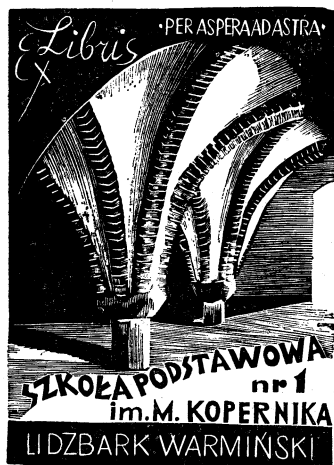
■  
*Торуньский университет имени Николая Коперника*

■  
*Здание библиотеки Торуньского университета, где проходил «Colloquia Copernicana»*

■  
*Астрономическая обсерватория Торуньского университета в Пивнице*







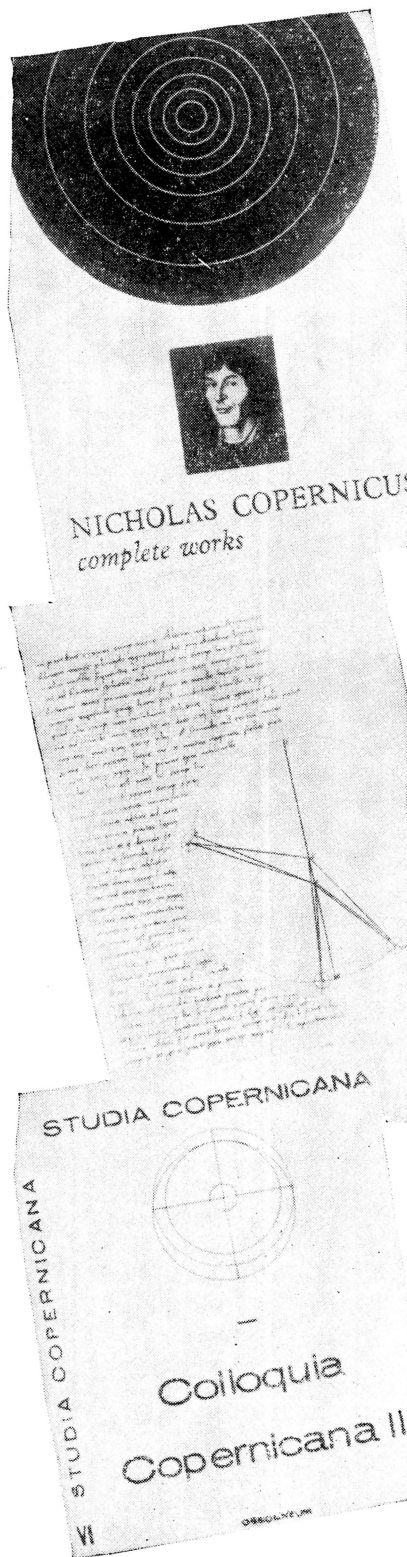
На одном из симпозиумов обсуждалось содержание V и VI томов, выпускаемых в Польше «Коперниканских исследований» («*Studia Copernicana*»). Подготовку этого издания Польская Академия наук начала несколько лет назад. Первый том (два полутома — почти по тысяче страниц) вышел в 1970 году. Он содержит избранные средневековые труды по истории и философии в Европе и Польше, опубликованные А. Биркенмайером на протяжении 50 лет в изданиях разных стран. Во втором томе (1971 г.) помещено исследование М. Марковского «Бурданизм в Польше в докоперниканский период», в третьем томе (1971 г.) — работа Б. Беньковской «Коперник и гелиоцентризм в польской культуре XVIII века», в четвертом (1972 г.) — «Очерки истории наук в Польше» А. Биркенмайера, пятый и шестой тома отводятся под материалы «*Colloquia Copernicana*». В настоящее время уже вышли в свет и подготовлены к печати 10 томов «*Studia Copernicana*».

Очень важную работу Польская Академия наук провела по подготовке к печати и изданию полного собрания сочинений Коперника. В 1972 году вышел в свет прекрасно оформленный первый том — цветная фотопропродукция факсимиле рукописи Коперника «О вращениях небесных сфер». Во втором томе будет опубликован текст этого труда Коперника с

подробным комментарием; в третьем — работы Коперника по астрономии и экономике, его перевод с греческого языка на латинский «Бытовых, идиллических и любовных писем» Феофилакта Симокатты, а также сохранившаяся корреспонденция великого польского астронома — около 20 подлинных его писем.

Во время коллоквиума состоялось много интересных встреч, были организованы экскурсии в дом-музей Коперника, в этнографический музей, на астрономическую обсерваторию университета в Пивнице, на раскопки доисторического городища в Бискупин. 7 сентября в большом зале Торуньского университета под председательством ректора В. Лукашевича проходила торжественная церемония вручения дипломов «*Honoris causa*» — почетный доктор наук Торуньского университета — семерым ученым (из Англии, Бельгии, Канады, СССР и США). В числе награжденных — академик В. А. Амбарцумян и профессор Г. Н. Дубошин. 8 сентября всех участников коллоквиума пригласили на прием к мэру города Торуня Т. Конарскому. В старинных залах городской ратуши состоялся концерт классической музыки из произведений Баха, Моцарта, Гайдна и была организована выставка «Искусство Европы в эпоху Николая Коперника, 1450—1550 годы». На выставке были представлены полотна великих мастеров, привезенные из многих музеев мира. 10 сентября Национальная польская комиссия при ЮНЕСКО устроила прием для участников симпозиума «Космос и человек», после которого в большом зале университета хор и оркестр Краковской филармонии ис-

■ ■ ■  
«Коперниковский шлях» — города Ольштын, Лидзбарк и Фромборк, изображенные на экслибрисах польского художника Маргариты Колько



полнил произведения А. Кошевского «Посвящение Копернику», К. Твардовского «Морской триптих» и К. Пендерецкого «Космогония».

На заседаниях «Colloquia Copernicana» было сделано более 60 сообщений, в которых исследователи из разных стран осветили многие спорные и мало известные моменты жизни и творчества великого Коперника. Польские ученые — организаторы юбилейных торжеств, по словам доцента П. Чарторыйского («Вопросы истории естествознания и техники», вып. 2, 1972 г., стр. 32), стремились к тому, чтобы празднование юбилея Николая Коперника поставить на службу интересов современной науки, принадлежащей всему человечеству. Как показывают результаты «Colloquia Copernicana», цели своей они достигли.

**Кандидат технических наук  
З. К. СОКОЛОВСКАЯ**

■ Памятник Николаю Копернику работы польского скульптора М. Вельтера. Установлен во Фромборке в 1973 году

■ Первый том полного собрания сочинений Николая Коперника

■ Страница рукописи Коперника, воспроизведенная в первом томе полного собрания сочинений Коперника

■ Обложка многотомного издания «Studia Copernicana»



## Симпозиум по космологии

В современной астрономии одно из центральных мест занимает космология, изучающая строение и эволюцию Вселенной. Основы космологии были заложены общей теорией относительности Эйнштейна, пионерскими работами советского физика А. А. Фридмана, теоретически предсказавшего нестационарность Вселенной, и экспериментальными исследованиями американского астронома Э. Хаббла, обнаружившего разбегание галактик. Однако открытия последнего десятилетия привлекли к космологии особое внимание и способствовали ее бурному развитию.

К числу таких открытий, прежде всего, следует отнести квазары. Они находятся от нас дальше, чем любая видимая галактика, и обладают совершенно необычными свойствами. Хотя со времени открытия квазаров прошло более 10 лет, их природа все также загадочна. Затем ультрафиолетовая и рентгеновская астрономия, возникновение которых стало возможно лишь в космическую эру, принесли новую и очень ценную информацию о характеристиках внегалактической среды. И наконец, обнаружение реликтового излучения позволило сделать важнейший вывод о ранних стадиях эволюции Вселенной. Исследуя спектр и пространственную структуру реликтового излучения, ученые получают существенные данные об эволюции и распределении вещества во Вселенной на догалактической стадии.

Развитие экспериментальной и теоретической космологии привело к созданию в 1970 году в рамках Международного астрономического союза специальной Комиссии № 47 по во-

просам космологии. Президентом ее был избран известный советский ученый, академик Я. Б. Зельдович.

На чрезвычайной ассамблее Международного астрономического союза работал симпозиум «Сопоставление теоретической и экспериментальной космологии». Программа его затрагивала фактически все области современной космологии. Было сделано 25 обзорных и оригинальных докладов, особо животрепещущие вопросы обсуждались в выступлениях участников симпозиума.

Какие же проблемы современной космологии волнуют ученых? Рентгеновские наблюдения внегалактических объектов показали, что большинство крупных скоплений галактик — рентгеновские источники. Для некоторых скоплений это открытие может рассматриваться как убедительное свидетельство существования в них горячего газа, нагретого до 10 млн. градусов. Такой же результат дали и радионаблюдения скопления галактик в Волосах Вероники, выполненные советским радиоастрономом Ю. Н. Парийским. Эти данные вновь привлекают внимание к старому парадоксу, связанному с проблемой существования невидимого вещества в скоплениях галактик. Правильная форма крупных скоплений галактик свидетельствует о том, что они находятся в равновесии в собственном поле тяжести. Однако, согласно современным представлениям, массы скопления недостаточно, чтобы предотвратить разлет галактик. Поэтому некоторые зарубежные ученые считают, что в скоплениях и группах галактик может находиться также и невидимое вещество, масса которого примерно в 30 раз превос-

ходит массу галактик. Подобные выводы можно проверить экспериментально, и, вероятно, такие эксперименты вскоре будут поставлены.

Реликтовое электромагнитное излучение, спектр которого хорошо согласуется с равновесным спектром (излучение черного тела), находит объяснение в теории «горячей» расширяющейся Вселенной. («Земля и Вселенная», № 3, 1969 г., стр. 5—11.— Ред.) Теоретические исследования показывают, что это излучение существовало и на самых ранних этапах расширения Метагалактики, когда еще не было ни звезд, ни галактик, ни даже химических элементов. В течение 100 секунд после начала расширения происходили ядерные реакции образования гелия, дейтерия, трития и других легких элементов. Концентрация возникающих элементов зависит от скорости расширения Метагалактики. Сравнение рассчитанной концентрации с наблюдаемой, в принципе, может дать чрезвычайно интересную информацию о ранних стадиях эволюции Метагалактики. Но, к сожалению, значительная часть вещества нашей Галактики переработана в звездах. Поэтому крайне трудно экспериментально определить химический состав именно дозвездного вещества. Согласно последним результатам, оценки параметров Метагалактики, полученные из наблюдений различных элементов, плохо согласуются друг с другом. Следовательно, уверенных данных о химическом составе дозвездного вещества все еще нет.

Интенсивность реликтового излучения практически постоянна по всей небесной сфере. Относительные изменения его температуры в зависи-



мости от направления не превышают 0,1%. Это говорит о многом, и, прежде всего, о высокой степени однородности Метагалактики в больших масштабах. Хорошо известно, что в малых масштабах Метагалактика неоднородна: существуют звезды, галактики, скопления галактик. А дальше, в еще больших масштабах? Современные оптические наблюдения приводят к выводу, что на расстояниях порядка 50—100 Мпс распределение вещества в Метагалактике близко к однородному. Малые флуктуации температуры реликтового излучения доказывают, что Метагалактика однородна и в еще больших масштабах, изучение которых обычными астрономическими методами невозможно. Более того, советский астрофизик И. Д. Новиков, выступавший на симпозиуме, установил тесную связь возможных флуктуаций температуры реликтового излучения с характером расширения Метагалактики вблизи сингулярности. Анализ этих экспериментов позволяет получить важные данные и об эпохе, непосредственно предшествовавшей образованию галактик. Малые флуктуации температуры реликтового излучения свидетельствуют о весьма высокой степени однородности вещества и изотропии расширения Метагалактики в то время.

Большое внимание в работе симпозиума было уделено проблеме происхождения галактик. Разработано несколько гипотез образования галактик в расширяющейся Вселенной. Но появляются все новые и новые экспериментальные данные, заставляющие пересматривать, казалось бы, твердо установленные факты. На симпозиуме обсуждались две гипотезы происхож-

дения галактик. Согласно одной из них, предложенной советскими учеными Л. М. Озерным и А. Д. Черным, известным голландским астрономом Я. Оортом и другими учеными, на догалактической стадии эволюции Вселенной существовали сильные турбулентные движения, которые и привели на некотором этапе к распаду вещества на отдельные объекты — галактики и скопления галактик. В другой гипотезе, разработанной советскими астрофизиками Я. Б. Зельдовичем, Р. А. Сюняевым, А. Г. Дорошкевичем, предполагается, что на догалактической стадии эволюции Вселенной существовали лишь малые возмущения плотности и скорости в веществе, которые увеличивались из-за гравитационной неустойчивости. На некотором этапе начинается нелинейный период развития неоднородностей, приводящий к появлению ударных волн, нагреву вещества, вторичной турбулизации сжатого вещества, а в дальнейшем — к образованию галактик и скоплений галактик. Обсуждение этих гипотез выявило огромный интерес астрофизиков всех стран к пока еще далекой от решения проблеме происхождения галактик.

В последние годы появился ряд работ, в которых рассматривались возможные свойства окрестности сингулярности. Это работы советских ученых В. А. Белинского, Е. М. Лифшица, И. М. Халатникова, получивших общее решение уравнений Эйнштейна вблизи особой точки, работы Р. Пенроуза и С. Хоукинга (Англия), сформулировавших необходимые и достаточные условия возникновения сингулярности, работы Я. Б. Зельдовича (СССР) и Ч. Мизнера (США) о возможном рож-

дении частиц в сильных гравитационных полях и квантовых поправках вблизи сингулярности. Обсуждение этих интереснейших вопросов состоялось на заключительном заседании симпозиума.

В работе симпозиума принимали участие выдающиеся астрономы и астрофизики разных стран, в том числе В. А. Амбарцумян, Я. Б. Зельдович, Г. Гольдберг и М. Шмидт. Симпозиум показал, что советская астрономия занимает достойное место в изучении строения и эволюции Вселенной.

Кандидат физико-математических наук  
А. Г. ДОРОШКЕВИЧ

**Напоминаем тем,  
кто подписался  
только на первое  
полугодие,  
что срок подписки  
истекает  
и настало время  
оформить подписку  
на второе полугодие.**

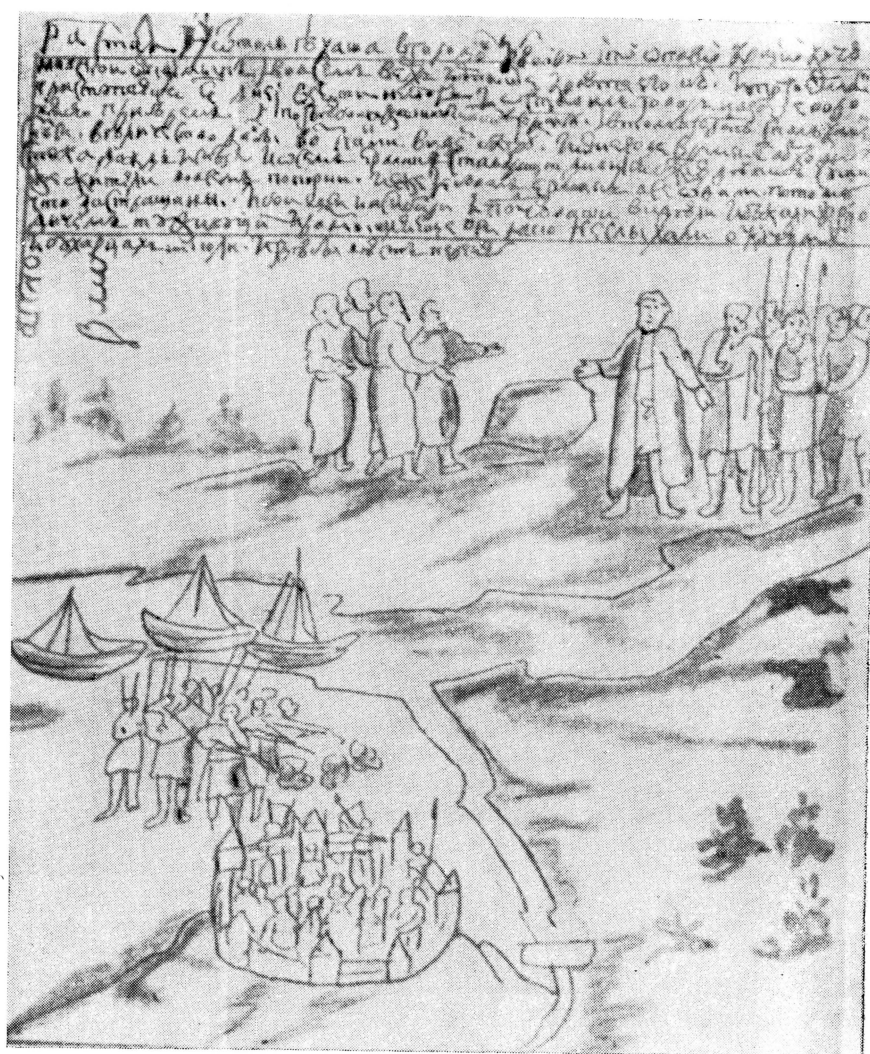


## ПОИСКИ ТАШАТКАНСКОГО КАМНЯ

В 1585 году покоритель Сибирского царства Ермак Тимофеевич, возвращаясь из своего последнего похода по Иртышу, побывал в татарском городке Ташаткане. Это событие запечатлено в летописи Семена Ремезова — историка, картографа и инженера времен Петра I: «...И погребоша к Ташатканскому городку. И в том городке спал камень с небеси, величество как бы воз с санми, видом багров и от него до временем восходит стужа, дождь и снег. И о сем Ермак с товарищи дивился божию деянию». Это — первое историческое свидетельство о метеорите, упавшем на территории Сибири. Дата его падения не известна. Возможно, метеорит упал на глазах у людей, ведь название городка Ташаткан в переводе на русский язык означает «каменная стрела».

Ташатканский камень затерялся. Поисками его занимались в 1941—1942 годах профессор П. Л. Драверт, в 1968 году профессор Д. Н. Фиалков. В 1972 году Омское отделение Всесоюзного астрономо-геодезического общества организовало экспедицию для поиска Ташатканского камня. В экспедицию входили студенты Омского института инженеров железнодорожного транспорта Л. Зацепин, А. Родюнецов, В. Смирнов, студент Омского педагогического института А. Степанчук. Возглавлял экспедицию К. А. Лупой — учитель астрономии средней школы.

Район вероятного падения метеорита — селение Ташатканы Тевризского района, Омской области — находится в 20 км от Тевриза, на левом берегу Иртыша. По описаниям Ремезова, городок Ташаткан располагался на противоположном берегу, вблизи современной деревни Доронино. Местные жители радушно встретили экспедицию. Маленький поисковый отряд пополнился новыми участниками. Проводником отряда



стал 74-летний охотник В. Уразмухамедов из селения Ташатканы.

Поиски Ташатканского камня начались на правом берегу Иртыша,

вблизи озера Чертова яма. Старожилы утверждают, что когда-то на северном берегу озера находился большой камень. Участники экспедиции тщательно исследовали берега, измерили глубины озера, построили продольные и поперечные профили дна. Специальным щупом проверили илистое дно озера. Но метеорит найти не удалось...

Кроме непосредственных поисков участники экспедиции вели агитационно-пропагандистскую работу среди населения, разъясняя интерес науки к метеоритам.

Ермак Тимофеевич с дружиной осматривает метеорит, упавший вблизи города Ташаткан. Рисунок из летописи Семена Ремезова

В. В. РЫЧКОВ



ЭКСПЕДИЦИИ

## «Поле» в горах

Больше двадцати лет работает Кавказская тектоническая экспедиция Института физики Земли АН СССР. Каждой весной начинается подготовка к очередному сезону — планирование маршрутов, получение оборудования, комплектование отрядов. В начале лета экспедиция отправляется в самые высокогорные районы Кавказа.

Может показаться удивительным, что экспедиции из года в год работают на Кавказе, хорошо освоенном, исхоженном и изученном. Вроде бы, геологов больше должны привлекать дикие, малоизведанные места. Действительно, мечтать о сенсационных открытиях новых месторождений на Кавказе не приходится (хотя и здесь не все до конца известно). Но нас интересует не месторождения сами по себе. В задачи экспедиций входит исследование тектонических процессов — движений земной коры, природы сил, формирующих горную складчатую область, механизма деформации горных пород и образования складок, изучение геологических условий возникновения землетрясений, — в общем-то, чисто теоретические вопросы, но в основе своей они, конечно, тесно связаны с практикой.

Кавказ — не только очень удобная, но и в некотором отношении уникальная область для подобных исследований. Во-первых, он хорошо изучен геологически, что необходимо, когда задаешься целью решать какие-то специальные задачи. Во-вторых, сравнительно легко доступен. Но главное, Кавказ — единственная в пределах нашей страны цельная структура горного пояса южной Европы. Другие складчатые области этого пояса — Карпаты и Крым — только частично рас-

**В любом исследовательском институте, изучающем Землю, летом пустеют лаборатории: геологи, метеорологи, магнитологи уезжают в экспедиции. И куда бы ни вели маршруты — в пустыни, горы или тайгу, геологи называют этот период емким словом «поле».**

положены на территории Советского Союза (южная половина Крымской горной системы, например, стала дном Черного моря).

Геологи Кавказской экспедиции работают в Дагестане, Кахетии, Сванетии, Азербайджане, водораздельной части Главного хребта на северо-западном Кавказе. Задачи изучения складчатости в осадочных толщах земной коры привели нас сначала в горные районы Дагестана, где мы работали несколько полевых сезонов, а затем — в Сванетию. Почему были выбраны именно эти места? Чтобы был понятен ответ на этот вопрос, напомним, что такое складки и какими они бывают в природе.

Складка — это изгиб пластов осадочных горных пород, которые когда-то залегали горизонтально. Изгиб, обращенный выпуклостью вверх (подняtie), называется антиклиналью; изгиб, обращенный выпуклостью вниз, — синклиналью. В первом случае пласты наклонены в сторону от точки их перегиба — замка складки, во втором — пласты наклонены навстречу друг другу. Размеры складок различны: от нескольких сантиметров до километров в поперечнике, от сантиметров до сотен метров по высоте. Различны и

формы складок. Они бывают простыми и пологими, иногда очень сложными и причудливыми. Обычно горные породы смяты в серию складок, причем изгибы разных размеров или, как говорят геологи, разных порядков накладываются друг на друга и образуют либо приподнятую структуру — антиклинорий, либо прогнутую — синклинорий.

Горная система Большого Кавказа является колоссальным сложным антиклинорием (или мегантиклинорием — так называют структуру, внутри которой можно выделить отдельные, меньшие по размерам складки). Мегантиклинорий простирается от Черного моря до Каспийского на 1200—1300 км и имеет ширину от 100 до 250 км. В его центральной осевой части располагаются Дагестан (на востоке) и Сванетия (на западе). В этих местах наиболее приподнятая часть гигантской складки Большого Кавказа совпадает с самыми высокими горными цепями и вершинами системы Главного Кавказского хребта. Ущелья рек глубоко врезаны в молодые растущие горы. Вблизи водораздельной части Главного хребта размах рельефа иногда достигает полутора-двух километров. Здесь можно наблюдать складки в разрезе, видеть изменение их формы в вертикальном сечении, сочетания разных изгибов пластов вдоль и поперек складчатой области. И эти наблюдения становятся основой всех дальнейших попыток получить ответы на вопросы: как образовались складки, каким образом и почему деформировались горные породы?

Работая в поле, геологи должны подробно и как можно ближе к действительности зафиксировать в поле-

вых дневниках и на фотопленках деформации горных пород, запечатленные в складках. Ради этого и приходится преодолевать в течение нескольких летних месяцев десятки километров по горным тропам и дорогам, подниматься на перевалы, переходить вброд горные речки, обходить водопады. Не всегда это легко. Ведь не всюду геолога ждет дорога или тропа, да и не всякая хоженая тропа бывает удобной, иногда и на известные перевалы поднимаешься с трудом. Но обычно горы вознаграждают за все...

Сванетия. С севера ее ограничивает цепь Главного Кавказского хребта со знаменитыми «альпинистскими» четырехкилометровыми вершинами (двуглавый пик Ушбы, похожая на замок Шхара, правильная треугольная пирамида Тетнульда). Южнее тянется гребень Сванетского хребта. Между этими хребтами лежит продольная часть долины реки Ингури, где на широких террасах раскинулись селения Верхней Сванетии. Дома, как всегда в горах, плотно жмутся друг к другу, плоские пространства — горизонтальные террасы и относительно пологие склоны — заняты полями картофеля, ячменя, кукурузы. В самой широкой части продольной долины, на притоке Ингури Мулхуре стоит Местия — столица Верхней Сванетии. Неповторимое своеобразие пейзажу придают высокие четырехгранные башни из светлого камня. Как вечные стражи, похожие на огромные шахматные лады, они охраняют каждое селение Верхней Сванетии. Эти башни, построенные в IX—XVI веках для защиты свободы и независимости от многочисленных врагов, свидетельствуют о

сравнительно недавнем родовом строе в Сванетии. На южном склоне Сванетского хребта, в широкой части долины реки Цхенисцкали разбросаны поселки Нижней Сванетии. С юга от долин равнинной Грузии ее ограждает горная цепь Лечхумского хребта. Так вот и спрятана вся Сванетия среди горных ущелий, выбраться из которых можно только по узким каньонам крупных рек.

Как свидетельство изолированности от мира, как некий курьез XX века в учебниках географии еще недавно сообщалось, что сваны до сих пор не знают колеса. Это не совсем так. И сегодня можно встретить в горах быков, запряженных в сани, с возом дров, сена, строительного камня или леса. Но не потому, что местные жители не знакомы с колесом, а просто по крутым травянистым склонам и по горным тропам удобнее перевозить груз на саях, а не на телеге. Рань-

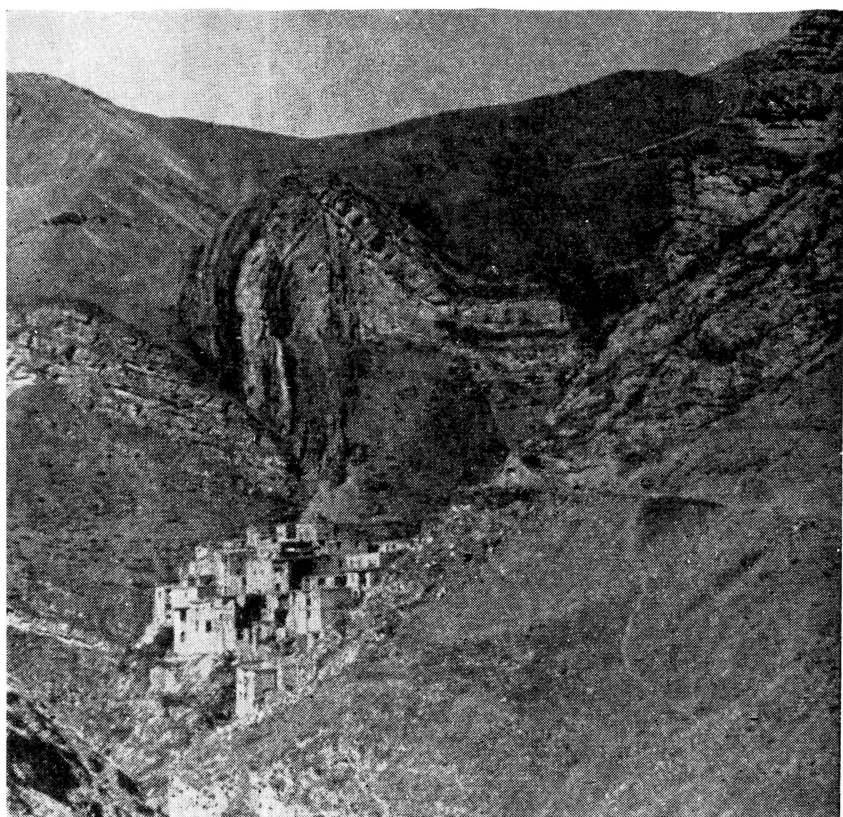
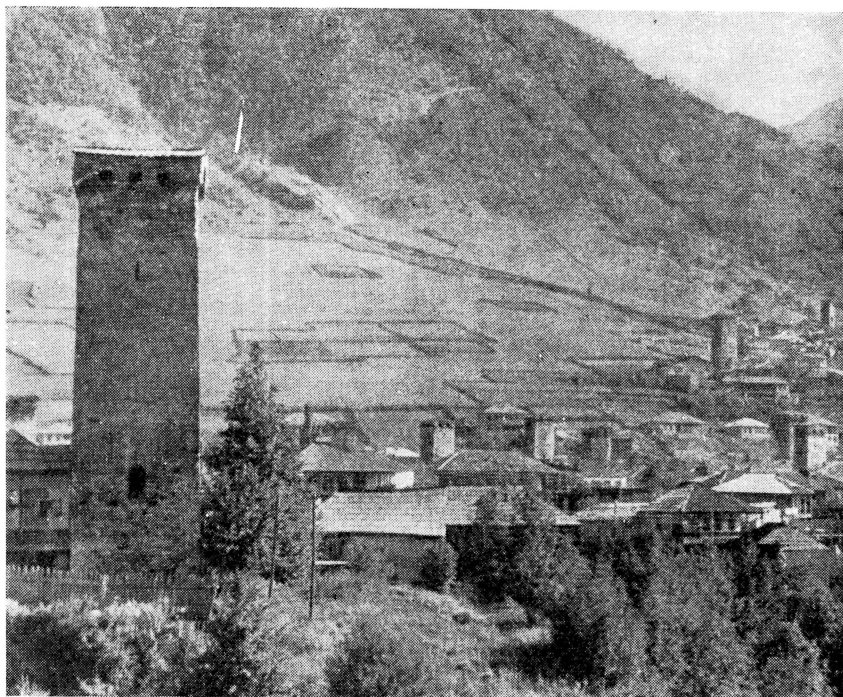
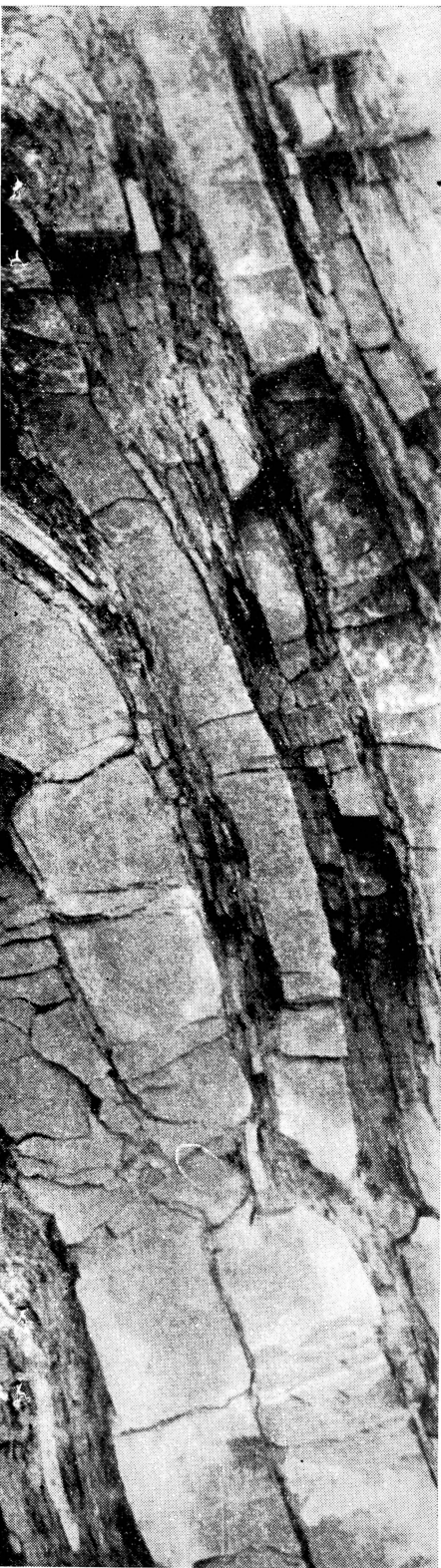
■  
*Характерный изгиб осадочных пород — антиклинальная складка*

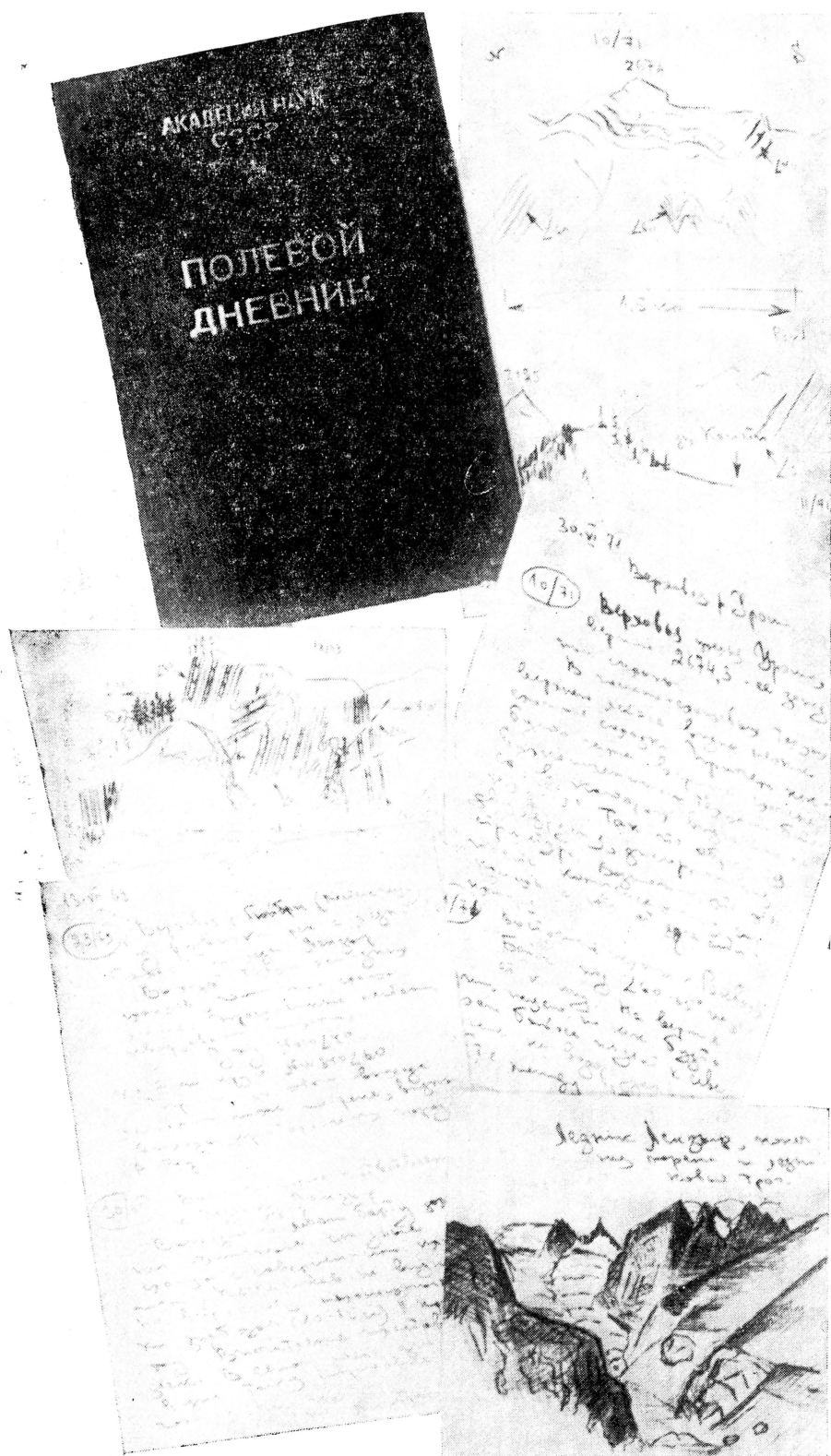
■  
*Так выглядит Местия — столица Сванетии. Сванские башни напоминают о героическом прошлом ее народа*

■  
*Дагестан. Горные селения гармонично вписываются в окружающий ландшафт (аул в долине реки Рисор). В стенах ущелий видны складки в пластах песчаников*







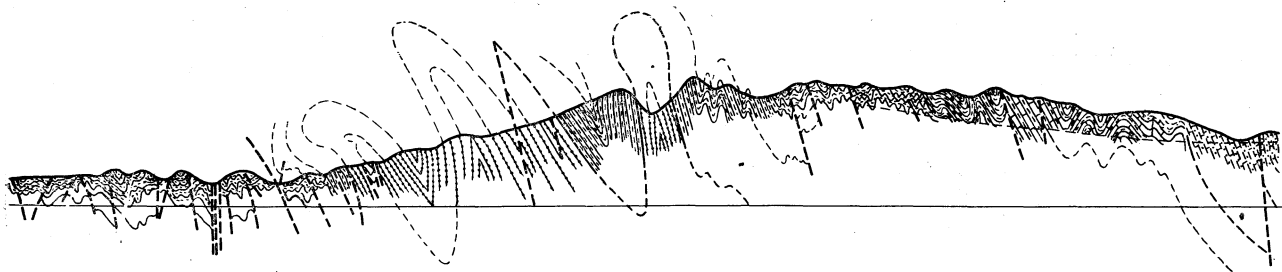


ше автомобиля в Местии появился первый самолет. Теперь этот город связан регулярными воздушными рейсами с Сухуми, Кутаиси и Зугдиди. Строительство Ингури ГЭС, плотина которой сооружается у выхода реки на равнину, вызвало реконструкцию дороги в Местию. Дорогу вдоль будущего водохранилища ведут значительно выше прежнего уровня, делают ее широкой, открытой. Так что теперь уже не скажешь, что Сванетия изолирована от внешнего мира.

Если Сванетия навсегда оставляет в памяти сторожевые башни на фоне залесенных гор, увенчанных снежными вершинами, то для Дагестана очень трудно найти столь же лаконичный символ. Дагестан — страна гор, раскинувшаяся почти по всему северному склону восточной половины Большого Кавказа. Здесь очень разнообразны и природные условия, и ландшафты, и даже краски.

Главный Кавказский хребет ограничивает Дагестан с юга. Горы, постепенно снижаясь грядой за грядой, спускаются к Предкавказской равнине. На верхних частях хребтов — альпийские луга, а еще выше — скалы и снежные вершины. Богат красками ландшафт этой части Дагестана: черные скалы, зеленый бархат лугов, бе-

Полевые дневники — основной документ, который привозит геолог из экспедиции. Эти записи и зарисовки составляют главный фактический материал, который служит фундаментом для всех дальнейших обобщений и гипотез



лые снежники. Севернее острые хребты уступают место обширным столовым плато, где начинается Нагорный Дагестан. В Нагорном Дагестане залегают главным образом известняки и скалы меняют свой цвет от белых и палевых до бурых и серых. Поражает необыкновенный простор, бесконечные дали, хотя ты по-прежнему в горах. В этих местах всегда видишь, и не только видишь, а чувствуешь над собой огромный купол блеклого, неяркого дагестанского неба.

Развитая сеть дорог — одна из отличительных особенностей Дагестана. Только у самого водораздела Главного хребта остались небольшие селения, куда можно добраться лишь выючной тропой. Все остальные связаны автомобильными дорогами с основными трассами, районными центрами, Махачкалой. Дагестан по насыщенности дорогами занимает первое место на Кавказе, а может быть, и не только на Кавказе. В Дагестане вообще много «первого» и «самого». Здесь самое высокое в Европе постоянное селение. Это — Куруш, забравшийся на высоту 2500 м в долине реки Усук-чай (восточный Дагестан). Именно здесь трудятся знаменитые далеко за пределами нашей страны художественные артели чеканщиков в Кубачах и мастеров инкрустации и выжигания по дереву в Унцукуле. В Дагестане самое многоязычное население Кавказа. На сравнительно небольшой площади (территорию Дагестана можно сравнить с Швейцарией или Ирландией) соседствуют семь только письменных языков, на которых ведутся передачи по радио и издаются газеты. А диалектов и наречий тут великое множество. Дагестан

разнообразен во всем — пейзаже, селениях, людях. Но есть в нем и нечто, присущее только ему и отличающее его от других районов Кавказа. Дагестан суров, скупа его красота, но от этого она, пожалуй, еще более притягательна.

Эффектные пейзажи и другие красоты природы — лишь неотъемлемая часть нашего кавказского полевого сезона. На фотопленках, которые мы привозим с собой, селения, архитектурные памятники, люди — это единичные кадры. А многие десятки и сотни снимков — это геологические структуры, складки, разрывы, трещины, мелкие деформации отдельных пород пластов. Подчас многокилометровые панорамы занимают несколько кадров, иногда — это только фрагменты и детали сложных структур. И каждый кадр точно зарегистрирован: что снято, где, с какой точки. Такие фотодокументы, хотя и чрезвычайно важны, не составляют самого главного, что мы привозим с «поля». Основной документ геолога — полевой дневник. В нем подробно описан каждый маршрут, детально зарисованы все структуры, указаны их размеры, проставлены углы наклона или, как говорят геологи, углы падения

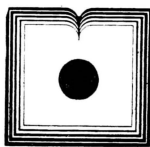
горных пластов. Рисунки ориентированы по странам света, а места, где сделаны наблюдения, обозначены на карте. В полевом дневнике содержится весь фактический материал, по которому составляется, вычерчивается геологический разрез или профиль, а если нужно — и геологическая карта. Ради этого геологи совершают переходы пешие и конные, поездки по горным дорогам, подъемы на перевалы, разбивают палатки на берегах горных рек.

Разрозненные зарисовки из полевого дневника, сделанные в разной последовательности и в разное время, связываются в единую цельную картину структурного геологического профиля. На нем можно увидеть закономерности сочетания структур разных порядков, разнообразные типы складок, зоны различной интенсивности деформаций. Геологический профиль или целая серия их в разных частях складчатой горной области составляют первую стадию обработки материала полевых наблюдений. Эту работу лучше всего делать еще в поле, когда все, что должно быть на профиле, рядом и можно вновь и вновь рассмотреть какую-то непонятную деталь, разобраться и проверить на месте. Итак, профили построены, вычерчены. Теперь наступает следующая фаза исследования — изучение условий образования структур, обобщение данных, проверка гипотез. Но это уже работа за письменным столом.

Кандидат геолого-минералогических наук  
В. Н. ШОЛПО

Фото автора

■ Структурный геологический профиль через Сванетский хребет. В такую общую картину связываются все зарисовки из полевых дневников. Подобных геологических профилей через Большой Кавказ составлено очень много. На них запечатлены деформации, испытанные породами за их долгую геологическую историю



КНИГИ  
О ЗЕМЛЕ  
И НЕБЕ

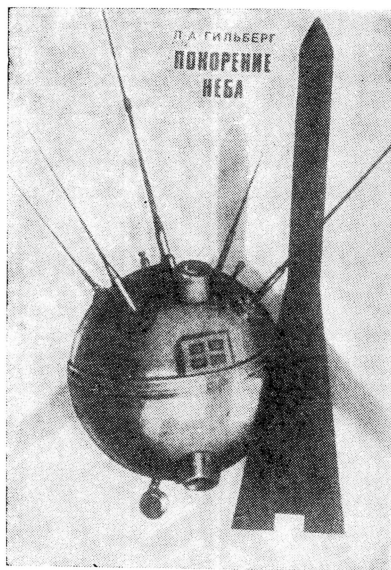
## Небо становится ближе

Покорить небо — давнишняя мечта человека. Но не только романтика побуждает его стремиться в заоблачные выси. Авиация и космонавтика принимают активное участие в развитии народного хозяйства.

О все возрастающей роли авиации и космонавтики в нашей жизни хорошо и занимательно рассказано в книге Л. А. Гильберга «Покорение неба». (Изд-е 2-е. М., Изд-во ДОСААФ, 1973 г.) Книге присуждены диплом и вторая премия Всесоюзного конкурса на лучшие произведения научно-популярной литературы за 1970 год.

Рассказ о запусках первых спутников, о космических кораблях «Союз» и орбитальной научной станции «Салют», о сверхзвуковых самолетах и гигантских вертолетах, об автоматических исследователях Марса и аппаратах на воздушной «подушке», о полетах на Луну автор сочетает с изложением теоретических основ работы летательных аппаратов. Такой прием позволил ненавязчиво сообщить значительную сумму знаний. И не случайно книга пользуется успехом у студентов авиационных учебных заведений.

Почти каждой главе предпосланы разделы «Немного истории», где подчеркивается приоритет нашей Родины во многих областях авиации и космонавтики. В книге отражена роль К. Э. Циолковского и Н. Е. Жуковского, Ф. А. Цандера и С. П. Королева, В. П. Чкалова, Ю. А. Гагарина и других выдающихся соотечественников. В ней показан значительный вклад в авиационную науку и технику специалистов, имена которых незаслуженно мало известны, — Б. Н. Юрева, А. М. Черемухина, В. И. Левкова.



Как летчик и космонавт не могу не отметить, что в книге «Покорение не-

ба» тесная связь развития авиации и освоения космоса не просто декларируется, а убедительно доказывается на протяжении всех 11 глав. Понятное определение летательных аппаратов, их четкая систематизация — несомненная заслуга книги.

К сожалению, автор недостаточно осветил проблемы международного сотрудничества в исследовании космоса и, прежде всего, работы ученых социалистических стран по программе «Интеркосмос». Стоило бы подробнее рассказать об американской космической программе и о пилотируемых полетах американских космонавтов на Луну.

Хочется пожелать автору не останавливаться на достигнутом и в своих последующих работах осветить все то новое, что приносит буквально каждый день.

**Летчик-космонавт СССР  
кандидат технических наук  
Е. В. ХРУНОВ**

### НОВЫЕ КНИГИ

#### КНИГА О ПЕРВОЙ В МИРЕ ОРБИТАЛЬНОЙ СТАНЦИИ

Об опыте создания и функционирования космического аппарата нового типа, о большой научной работе, выполненной космонавтами, рассказывает книга «Салют на орбите» (М., Изд-во «Машиностроение», 1973 г.). Коллектив ученых, инженеров и летчиков-космонавтов, принимавших участие в написании книги, назвал ее первыми авторами летчиков-космонавтов СССР Героя Советского Союза Георгия Тимофеевича Добровольского, дважды Героя Советского Союза Владислава Николаевича Волкова, Героя Советского Союза Виктора Ивановича Пацаева. Книга, изданная с большой лю-

бовью, достойно отражает полет экипажа станции «Салют». Имена героев, отдавших свои жизни ради блага всех людей нашей планеты, навсегда останутся в истории человечества.

Авторы стремились собрать воедино весь основной материал об особенностях конструкции и полета научной станции «Салют».

Первый раздел книги, в котором рассказывается о создании станции, ее устройстве и полете, написан группой ведущих специалистов по ракетно-космической технике при участии члена-корреспондента АН СССР К. Д. Бушуева, летчиков-космонавтов СССР, докторов технических наук А. С. Елисеева и К. П. Феоктистова.



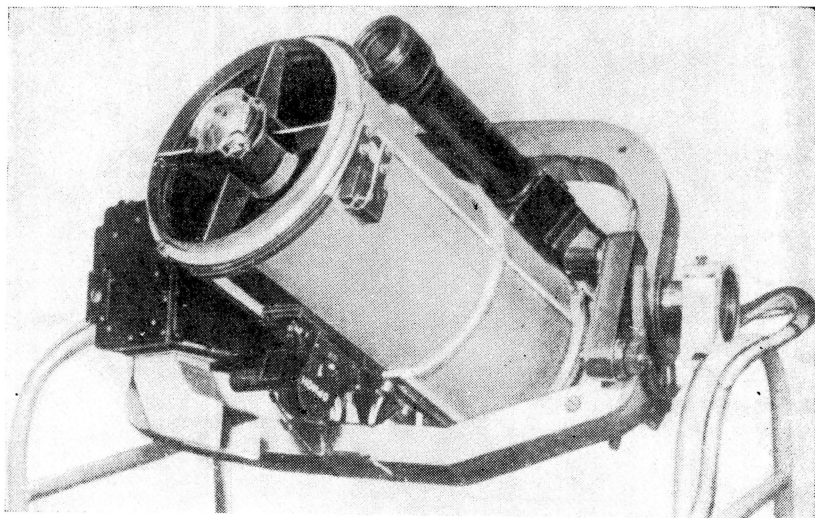
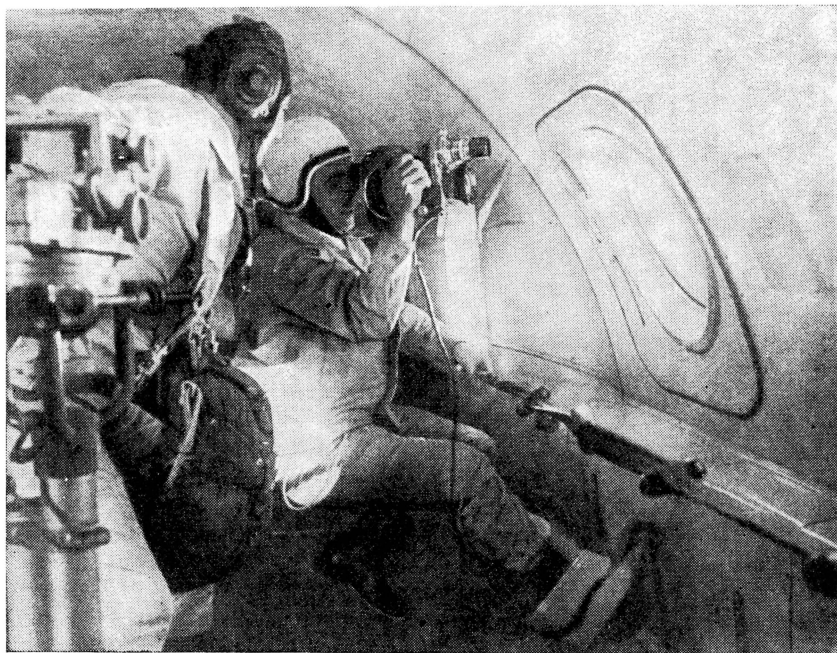
В подготовке материалов для второго раздела, посвященного результатам научных исследований и экспериментов на борту станции «Салют», принимали участие академики В. А. Амбарцумян, И. П. Герасимов и В. Л. Гинзбург, члены-корреспонденты АН СССР О. Г. Газенко и Б. В. Раушенбах, академик АН УзССР В. А. Бугаев, член-корреспондент АН АрмССР Г. А. Гурздян, доктора физико-математических наук В. Г. Кириллов-Угрюмов, Н. С. Иванова, Ю. К. Ходарев и многие другие научные сотрудники ряда институтов.

Раздел, содержащий информацию ТАСС и Центра управления полетом, документальные записи радиопереговоров и телерепортажей экипажа с борта станции, отрывки из записных книжек и дневников космонавтов, подготовили кандидат физико-математических наук В. А. Пацаева и кандидат технических наук В. Т. Унчиков.

Редакционную коллегию в составе К. Д. Бушуева, О. Г. Газенко, А. С. Елисеева, Г. И. Петрова и В. А. Шаталова возглавил М. П. Васильев.

Книга «Салют на орбите» дает наглядное представление о значительных возможностях орбитальных станций — от исследования природной среды и ресурсов Земли до изучения астрофизических процессов в глубинах Вселенной.

В программе научной работы, успешно завершённой экипажем станции «Салют», видное место занимают медико-биологические и астрофизические исследования. Медико-биологические работы на борту «Салюта» имели особое значение, поскольку проблема длительного пребывания и работы человека в условиях космического полета приобретает принципиальный смысл для развития космонавтики. На станции впервые был опробован комплекс средств для возмещения недостатка физической нагрузки на организм космонавтов в условиях невесомости. Большой ин-



■ 1

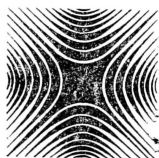
Инженер-испытатель В. И. Пацаев  
(справа) на тренировке

■

Астрофизическая обсерватория  
«Орион»

терес представляет первый опыт внеатмосферных астрономических исследований с помощью управляемого оператором звездного телескопа «Орион».

Книга очень хорошо иллюстрирована. Читатели познакомятся с уникальными фотографиями, сделанными на борту станции, и кадрами бортовой кинохроники.



КОСМИЧЕСКАЯ  
ФИЛАТЕЛИЯ

## Космос дружен с филателией

Утвердилась добрая традиция выпускать почтовые марки ко Дню космонавтики. На этот раз филателисты получили очень интересные почтовые сувениры — две марки и два блока. Новая серия космических марок охватывает период развития космонавтики в нашей стране с 1969 по 1973 год.

Одна из марок посвящена программе сотрудничества социалистических стран в освоении космоса. На переднем плане изображен спутник «Интеркосмос-1» в орбитальном полете; на втором — планета Земля и спутник типа «Интеркосмос». Вторая марка рассказывает о советском автоматическом аппарате «Луноход-2». Кроме аппарата на марке — выпел с барельефом В. И. Ленина и текст: «50 лет СССР». Луноход как бы движется — за ним протянулась борозда. Символически показана автоматическая станция «Луна-21», направляющаяся к естественному спутнику Земли.

Интересен по композиции почтовый блок, повествующий о буднях Центра дальней космической связи. Блок состоит из трех марок, объединенных одним сюжетом. В середине триптиха — тонированное изображение Луны, выполненное по имеющимся фотографиям. Ее портрет со средней марки переходит на верхнюю и нижнюю миниатюры блока. Вымпел «50 лет СССР», который был доставлен на Луну, помещен на верхней и нижней марках блока. На поверхности Луны — самоходный аппарат.

Второй блок (три марки и купон с памятным текстом) выпущен в ознаменование 10-летнего юбилея полета первой в мире женщины-космонавта В. В. Николаевой-Терешковой. Эта работа показывает большие возможно-



сти фотомонтажа в создании почтовых марок. На верхней левой марке блока — портрет В. В. Николаевой-Терешковой в гермошлеме. Художник использовал фотографию, которая впервые появилась на почтовой миниатюре в июле 1963 года, и нарисовал в той же тональности гермошлем. Примерно также создавалась марка «В. В. Николаева-Терешкова с дочкой». На первый взгляд кажется, что использована известная по газетам и журналам фотография. В действитель-

ности художник переосмыслил композицию, придав изображению динамичность и выразительность.

Нельзя не отметить выпуск одностронней художественной открытки, посвященной полету В. В. Николаевой-Терешковой. В левой части открытки запечатлен старт космического корабля «Восток-6». В правой части — оригинальная марка (отдельно эта миниатюра не издавалась). 16 июня 1973 года на почтамтах Ярославля, Москвы и в Звездном городке проводилось



## ВСТРЕЧА С ЧИТАТЕЛЯМИ В МОСКОВСКОМ ПЛАНЕТАРИИ

Журнал «Земля и Вселенная» уже третий раз проводил в Московском планетарии встречу с читателями. Чему был посвящен новый устный выпуск журнала?

Кандидат физико-математических наук Л. В. Ксанфомалити рассказал об исследованиях Марса. Его выступление сопровождалось показом диапозитивов и кинофильма о Марсе.

Профессор Б. А. Розенфельд познакомил собравшихся с творчеством великого среднеазиатского ученого Абу Райхана Бируни, 1000-летний юбилей которого отмечался осенью 1973 года. Фильм «Бируни» помог воссоздать картину той эпохи, когда жил и работал ученый.

Исследованию Мирового океана посвятил свое выступление кандидат географических наук Л. И. Галеркин — непосредственный участник многих океанологических экспедиций. Фильм «Флагман научного флота» дополнил рассказ Л. И. Галеркина и позволил увидеть, как работают ученые на исследовательском судне «Академик Курчатов».

О загадках пульсаров рассказал ответственный секретарь журнала «Земля и Вселенная» Е. П. Левитан.

Выступавшие ответили на многочисленные вопросы участников встречи.

Лектор Московского планетария  
В. Б. ЭЛИНЗОН



памятное гашение в честь десятилетия этого полета. В Ярославле — на родине первой женщины-космонавта — был выпущен сувенирный листок. На нем — марка 1963 года с портретом В. В. Терешковой, а на купоне крат-

кая биография Героя Советского Союза В. В. Николаевой-Терешковой.

Почтовые марки, маркированные конверты и открытки, выпущенные в 1973 году, вошли в фонд филателистической летописи штурма космоса.

А. А. МИЛЬ





## **«ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ» В ГОСТЯХ У МОСКОВСКИХ ПИСАТЕЛЕЙ**

«Писатель и современная наука» — так назывался семинар, организованный Центральным Домом литераторов имени А. А. Фадеева. 22 октября 1973 года гостями семинара были члены редколлегии, редакция и авторский коллектив журнала «Земля и Вселенная». Председательствовал известный писатель Д. С. Данин.

О тематике журнала «Земля и Вселенная», задачах и методах популяризации науки рассказал ответственный секретарь журнала, кандидат педагогических наук Е. П. Левитан.

Профессор С. Б. Пикельнер очень образно и интересно представил Солнце, солнечную активность и физику процессов, происходящих на Солнце.

Тема сообщения профессора Х. П. Погосяна касалась состояния и задач прогноза погоды.

Профессор Х. П. Погосян: «На Солнце наиболее ярко выражена 11-летняя цикличность, но и она непостоянна и не дает возможности прогнозировать погоду на Земле»

Профессор, доктор физико-математических наук С. Б. Пикельнер: «Изучение механизма солнечной активности имеет не только научное значение... Предполагается, что засуха прошлого года косвенно связана с двумя вспышками на Солнце»

О самой яркой комете зимы 1973/74 года — комете Когоутека — информировал профессор С. М. Полосков.

Особый интерес вызвали два выступления, связанные с проблемами освоения космоса. Профессор Л. С. Хачатурьянц рассказал о медико-биологических исследованиях, о возможностях человека в состоянии невесомости.

Член редколлегии журнала «Земля и Вселенная» летчик-космонавт СССР, профессор К. П. Феоктистов ответил на многочисленные вопросы собравшихся. Ряд этих вопросов касался предстоящих совместных экспериментов, которые должны выполнить советские и американские космонавты.

Встреча московских писателей оказалась полезной и литераторам и ученым.

**В. А. МИЛЮШЕНКО**  
Фото автора

Профессор, доктор физико-математических наук С. М. Полосков: «Комета Когоутека 29 декабря пройдет на расстоянии 21 млн. км от Солнца»

Профессор, доктор технических наук К. П. Феоктистов: «Пребывание человека в космосе связано с опасностью для жизни. Но шофер на улицах города, пожалуй, рискует еще в большей степени»

Профессор, доктор медицинских наук Л. С. Хачатурьянц: «Возможности человека в космосе оказались выше предполагававшихся... Острота зрения увеличивается на 40 единиц»







ОТВЕТЫ  
НА ВОПРОСЫ  
ЧИТАТЕЛЕЙ

В астрономической литературе пишут о метеорах, болидах, метеоритах, их химическом составе и физических свойствах. Но я не могу найти сведений о том, как и где образовались эти маленькие космические тела.

А. А. БОБЕРСКИЙ  
Пос. Кировский,  
Талды-Курганской области

Редакция попросила ответить на эти вопросы кандидата физико-математических наук А. Н. СИМОНЕНКО (Комитет по метеоритам АН СССР).

Мелкие песчинки и крупные тела, которые, влетая в земную атмосферу из космического пространства, порождают явление метеора или яркого болида, а иногда выпадают на поверхность нашей планеты, до встречи с Землей были членами Солнечной системы и двигались, подчиняясь силе солнечного тяготения. Происхождение этих тел и частиц уходит в далекое прошлое, когда 4,5 млрд. лет назад из огромного, сильно уплотненного газо-пылевого диска формировалась наша планетная система.

В центральной части диска, прогреваемой солнечными лучами, существовали пылинки из тугоплавких каменных веществ. Температура внутри диска падала с расстоянием от Солнца, и в состав удаленных пылинок входили все более летучие вещества. Объединение, слипание пылинок при взаимных столкновениях вело к их укрупнению. С течением времени из них образовались тела больших размеров — в десятки и сотни километров. Перемешивания между центральными и внешними периферическими частями диска не происходило.





ОТВЕТЫ  
НА ВОПРОСЫ  
ЧИТАТЕЛЕЙ

Поэтому состав тел, выросших на разных расстояниях от Солнца, сохранил различия, присущие раньше пылинкам: вблизи Солнца образовались каменные глыбы, а вдали от него — глыбы льда, замерзших летучих веществ, загрязненных силикатами.

Крупные тела были теми «кирпичиками», из которых в дальнейшем сложились планеты. Меркурий, Венера, Земля и Марс вобрали в себя почти все твердое каменистое вещество. Планеты-гиганты сформировались из ледяных глыб. Достигнув большой массы, зародыши этих планет стали сильно менять движение многих пролетающих мимо ледяных глыб и нередко выбрасывали их за пределы планетной системы. Далекие звезды, мимо которых проходило Солнце, обращаясь вокруг центра Галактики, оказывали заметное влияние на движение этих глыб, изменяли их орбиты. Многие ледяные глыбы навсегда покинули Солнце и затерялись в межзвездном пространстве. Большая их часть образовала вокруг Солнца огромное «облако» поперечником 100—150 тыс. а. е. Облако недоступно наблюдениям, но его существование доказано голландским астрономом Я. Оортом.

Звездные возмущения и сейчас продолжают влиять на движение ледяных глыб. Иногда какая-нибудь глыба под действием этих возмущений попадает во внутренние районы Солнечной системы и превращается в комету с яркой головой и туманным светящимся хвостом. Так случилось с кометой Когоутека, которую можно было наблюдать на небе прошедшей зимой.

Приближаясь к Солнцу, ледяные

глыбы — кометные ядра — испаряются и разрушаются. Часть тугоплавких веществ задерживается на поверхности кометного ядра. Слипаясь, они образуют рыхлые силикатные частицы, которые рано или поздно тоже покидают ядро, увлекаемые потоками испаряющихся газов. В дальнейшем эти частицы движутся самостоятельно вдоль той же орбиты, постепенно обгоняя комету или отставая от нее. Если орбита кометы под действием планетных возмущений стала эллиптической, то через несколько оборотов вокруг Солнца частицы растянутся вдоль всей кометной орбиты, образуя эллиптический рой, сохраняющийся надолго после полного распада ядра. Впоследствии рой рассеивается в межпланетном пространстве и частицы оседают на Солнце.

Надежно защищенная атмосферой Земля движется среди роев мелких частиц, образованных кометами. Проникая в атмосферу, эти частицы и порождают **метеоры**. Из-за малых размеров (от нескольких микрон до нескольких сантиметров) они не в состоянии пробить толщу атмосферы и, вспыхнув на долю секунды, испаряются. Их пары конденсируются и тонкой пылью оседают на поверхность Земли. Метеорные частицы приносят на Землю около 40 тыс. т вещества в год. Очень редко наша планета сталкивается с самими кометными ядрами. Одно из таких столкновений произошло утром 30 июня 1908 года. Ядро имело около 100 м в поперечнике и массу около 1 млн. т. Дробясь, испаряясь и ярко светясь, теряя летучие и тугоплавкие вещества, оно проникло в атмосферу Земли в районе реки Подкаменная Тунгуска. На высо-

те 5—8 км над поверхностью сохранившаяся к этому моменту большая часть ледяной глыбы мгновенно превратилась в пар, породив взрывную волну чудовищной силы. («Земля и Вселенная», № 3, 1968 г., стр. 4—10.—Ред.) В прошлом, в период разбрасывания планетами-гигантами ледяных глыб, столкновения с ними растущей Земли происходили гораздо чаще. Они были одним из источников образования атмосферы и гидросферы нашей планеты. Но не только кометы дают вещество, которое выпадает на Землю.

На расстояниях 2,2—3,3 а. е. от Солнца движутся по слабо вытянутым, не сильно наклоненным друг к другу орбитам каменные тела неправильной обломочной формы — астероиды. Они представляют собой не что иное как сохранившиеся остатки таких же глыб, как те, из которых формировались планеты Меркурий, Венера, Земля и Марс. По каким-то причинам эти тела не объединились в планету. Возможно, повинен в том Юпитер, своим влиянием расшатавший их орбиты. Столкновения, происходящие в поясе астероидов, приводят к их дроблению. Небольшие осколки астероидов движутся в межпланетном пространстве. Земля ежегодно сталкивается с сотнями мелких (массой в несколько килограммов) осколков.

Во время полета в земной атмосфере осколки дробятся и испаряются, порождая яркие **болиды**. Будучи более крупными и более прочными, чем частицы кометного происхождения, они иногда способны пробить атмосферу и выпасть на поверхность Земли в виде метеоритов. Ежегодно наблюдается около пяти выпадений ме-



## НАРОДНАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ ВО ЛЬВОВЕ

С 1969 года при Львовском Дворце культуры железнодорожников имени 30-летия ВЛКСМ работает на общественных началах народная обсерватория. В обсерватории есть планетарий на 65 мест и кинолекционный зал.

В планетарии можно ознакомиться с устройством телескопа, метеорологическими и геодезическими приборами; прослушать лекции по научному атеизму, космонавтике, астрономии и географии, которые сопровождаются фрагментами из кинофильмов, диафильмами и диапозитивами. Здесь же установлены хорошо оформленные стенды на темы: «Наука и религия», «Строение Вселенной».

Постоянные гости планетария —



*Занятия кружка любителей астрономии Львовской народной обсерватории*

рабочие львовского железнодорожного узла, заводов и предприятий Львова, школьники 4–10 классов, учащиеся профессионально-технических училищ. Приезжают в планетарий и школьники из сел Омшаны, Ясенова и других.

Лекторы народной обсерватории А. И. Лапчинская, В. Г. Кириллов и Г. И. Пащенко часто выступают на предприятиях Львова, а летом — в городских садах и пионерских лагерях, рассказывая о достижениях современной науки и техники.

В народной обсерватории организован «Клуб познавателей Вселенной», в котором занимаются 78 человек — школьники, студенты, молодые рабочие.

Руководитель  
Львовской народной обсерватории  
**Г. И. ПАЩЕНКО**

теоритов. Очень редко, один раз в миллион лет, на Землю падают и крупные астероидные осколки массой в миллионы тонн. Для них атмосфера не является серьезным препятствием. Они пронизывают ее и врезаются в грунт со скоростью в десятки километров в секунду. Гигантский взрыв, который при этом происходит, внешне похож на взрыв атомной бомбы. Тело огромной массы тормозится в грунте за доли секунды. Его внешняя часть и соприкасающиеся с ней слои грунта подвергаются столь сильному сжатию, что частично обращаются в газ. Этот газ расширяется и увлекаемый горячей взрывной волной под-

нимается над поверхностью, вырастая в гигантское грибовидное облако. Далеко по окрестностям разбрасываются куски раздробленного метеорита и горных пород, засыпая все вокруг каменным дождем. Во все стороны распространяются волны землетрясения, вздымая и круша горные породы. На поверхности Земли остается метеоритный кратер.

Несколько десятков миллионов лет тому назад образовался 100-километровый кратер на севере Сибири, недалеко от устья реки Попигаи. Кратер был создан телом, поперечник которого составлял несколько сот метров. Когда-то он был очень глубоким, но

за прошедшие геологические эпохи его дно поднялось, вал, окружавший кратер, опустился и разрушился, так что кратер почти слился с окружающим рельефом. Однако горные породы сохранили неопровержимые следы метеоритного удара. («Земля и Вселенная», № 5, 1971 г., стр. 31–36.— Ред.) На территории нашей страны, как и на всей суше Земли, найдено много таких следов. В период формирования нашей планеты вся ее поверхность была изрыта кратерами, как изрыта теперь поверхность Луны. Последующее развитие Земли сгладило их. Сохранились только следы наиболее молодых кратеров.



## В ОБЪЕКТИВЕ — ЮПИТЕР

Двадцать один месяц длился полет американской автоматической станции «Пионер-10» к Юпитеру. («Земля и Вселенная», № 4, 1972 г., стр. 29.— *Ред.*) В ночь с 3 на 4 декабря 1973 года она прошла на минимальном расстоянии от планеты (130 тыс. км). В пролетном сеансе оригинальным фотополариметром получено 340 снимков планеты и ее четырех спутников — Ио, Каллисто, Европы, Ганимеда. Юпитер на снимках как бы покрыт concentрическими полосами серебристо-серого, оранжевого, красно-коричневого, желтого и синего цвета. На серебристо-сером фоне выделяется знаменитое Красное пятно. Станцией обнаружено не многим меньшее по размерам (поперечник 16 тыс. км) Белое пятно, которое напоминает скопление кучевых облаков при тропических штормах на Земле. Природа этих пятен пока неизвестна.

По данным установленного на станции ультрафиолетового фотометра, планета имеет водородную и гелиевую короны. Верхний слой облачности состоит из перистых облаков аммиака. Ниже находится смесь водорода, метана и замерзших кристаллов аммиака.

Инфракрасный радиометр показал, что температура вершин облаков составляет — 133° С. Юпитер излучает в 2,5 раза больше тепловой энергии, чем получает от Солнца. («Земля и Вселенная», № 1, 1972 г., стр. 2—9.— *Ред.*) Интенсивность инфракрасного излучения освещенной Солнцем стороны планеты такая же, как теневой

стороны. Магнитное поле Юпитера очень своеобразно. По мере сближения станции с планетой оно несколько раз пропадало и появлялось вновь. Для объяснения этого явления выдвинут ряд гипотез, в частности, такая: у планеты есть «внутреннее» магнитное поле, зона действия которого распространяется примерно на 1 млн. км, и «внешнее» поле, охватывающее плоскую область протяженностью до 6,4 млн. км при толщине 28 тыс. км.

Радиационные пояса Юпитера тоже отличаются от земных. Зона наиболее интенсивной радиации находится в плоскости магнитного экватора планеты и зарегистрирована на расстоянии 177 тыс. км от нее. Проходя через эту зону, станция «Пионер-10» получила лишь незначительные повреждения.

Траекторные измерения показали, что масса планеты больше, чем предполагалось. Масса спутника Юпитера Ио тоже оказалась больше. У Ио обнаружена плотная атмосфера.

Все это весьма предварительные сведения. Обработка огромного объема полученной информации только начинается.

Станция «Пионер-10» продолжает удаляться от Солнца. По расчетам, в 1987 году она пересечет орбиту Плутона и выйдет за пределы Солнечной системы, устремляясь к созвездию Тельца. Связь со станцией американские ученые надеются поддерживать до 1979 года. К этому времени «Пионер-10» пересечет орбиту Урана.

В пути находится аналогичная станция «Пионер-11», которая должна совершить пролет около Юпитера в декабре 1974 года.

## ПОПРАВКА

В первом номере «Земли и Вселенной» за 1974 год на стр. 32, вторая колонка, 17 строка сверху следует читать «около 4 квт».

# 2 МАРТ АПРЕЛЬ 1974 И ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

Орган Секции физико-технических и математических наук, Секции наук о Земле Президиума Академии наук СССР и Всесоюзного астрономо-геодезического общества

## Редакционная коллегия:

Главный редактор доктор физ.-мат. наук Д. Я. МАРТЫНОВ

Зам. главного редактора кандидат физ.-мат. наук М. Г. КРОШКИН

Ответственный секретарь кандидат педагогических наук Е. П. ЛЕВИТАН

Член-корреспондент АН СССР Г. А. АВСЮК, доктор географических наук А. А. АКСЕНОВ, кандидат физ.-мат. наук В. А. БРОНШТЭН, член-корреспондент АН СССР Ю. Д. БУЛАНЖЕ, доктор техн. наук А. А. ИЗОТОВ, доктор физ.-мат. наук И. К. КОВАЛЬ, доктор географических наук В. Г. КОРТ, доктор физ.-мат. наук Р. В. КУНИЦКИЙ, доктор физ.-мат. наук Б. Ю. ЛЕВИН, кандидат физ.-мат. наук Г. А. ЛЕЙКИН, академик А. А. МИХАЙЛОВ, доктор физ.-мат. наук И. Д. НОВИКОВ, доктор физ.-мат. наук К. Ф. ОГОРОДНИКОВ, доктор физ.-мат. наук Г. Н. ПЕТРОВА, доктор геол.-мин. наук Б. А. ПЕТРУШЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук В. В. РАДЗИЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук Ю. А. РЯБОВ, доктор техн. наук К. П. ФЕОКТИСТОВ, доктор геол.-мин. наук Ю. М. ШЕЙНМАНН

Адрес редакции: 117333 Москва, В-333, Ленинский пр., д. 61/1. тел. 135-64-81 135-63-08

Художественный редактор Л. Я. Шимкина

Корректоры: Г. Н. Нелидова, А. Н. Федосеева

При перепечатке ссылка на журнал «Земля и Вселенная» обязательна.

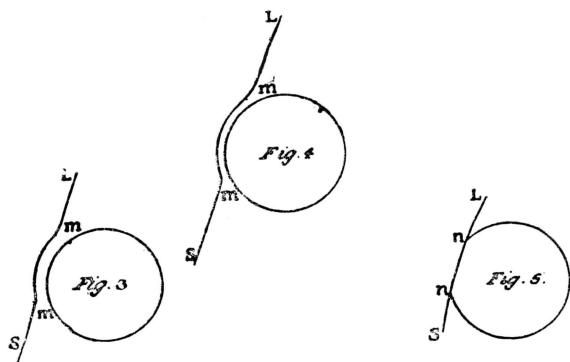
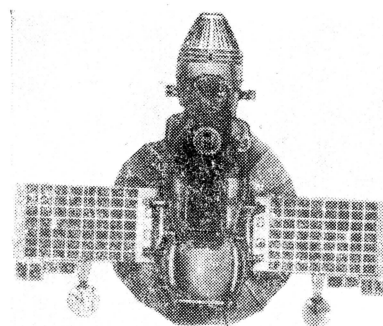
Т-01784 Подписано в печать 20/III 1974 г.  
Сдано в набор 28/XII 1973 г. Формат бум. 84 × 108/16 Бум. л. 2,5 Печ. л. 5,0 (8,4)  
Уч.-изд. л. 9,5 Цена 40 коп.  
Тираж 50.000 экз. Заказ 3.

2-я типография издательства «Наука»  
Москва, Г-99, Шубинский пер., 10.





200 лет спустя после замечательного открытия М. В. Ломоносова, в мае 1961 года к Венере приблизилась советская автоматическая межпланетная станция «Венера-1». В последующие годы к Венере стартовал ряд других автоматических аппаратов. Особенно успешно завершился полет «Венеры-8»: 22 июля 1972 года впервые в истории космонавтики непосредственно с поверхности планеты передавались данные об атмосфере и горных породах Венеры.



«...планета Венера окружена знатною воздушною атмосферою, таковою [лишь бы не большею], какова обливается около нашего шара земного...».

М. В. Ломоносов. «Явление Венеры на Солнце, наблюденное в Санктпетербургской Императорской Академии Наук мая 26 дня 1761 года».



